



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

**EVOLUCIÓN DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN
LAS CARRERAS DE BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL,
ARGENTINA. UN ESTUDIO LONGITUDINAL.**

TESIS DOCTORAL

Claudia Beatriz Falicoff

Santiago de Compostela, 2014

Programa de Doctorado 2160-08-1
Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática





Dr. José Manuel Domínguez Castiñeiras, profesor e investigador *ad honorem* de la Universidad de Santiago de Compostela (España)

Dr. Héctor Santiago Odetti, profesor e investigador de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina)

HACEN CONSTAR:

Que el trabajo de investigación que se recoge en la memoria titulada, ***Evolución de las competencias científicas en las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Un estudio longitudinal,***

fue realizado bajo su dirección, por la Bioquímica y Magister Dña. Claudia Beatriz Falicoff, en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Santiago de Compostela, y que autorizan su presentación como tesis doctoral para la obtención del título de doctor por parte de la interesada.

Santiago de Compostela, a 27 de febrero, de 2014

DIRECTOR

José Manuel Domínguez Castiñeiras

DIRECTOR

Héctor Santiago Odetti

TUTORA

Isabel García-Rodeja Gayoso



A Javier, Maximiliano y Catalina



AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud y reconocimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado en la realización de este trabajo.

A los doctores José Manuel Domínguez Castiñeiras y Héctor Santiago Odetti, por su generosidad, paciencia y ánimo constantes acompañados de enseñanzas y rigurosidad en la dirección científica de esta tesis.

Al profesorado del Programa de Doctorado, y al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática, de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), por su disposición para compartir conocimientos e información y darme la posibilidad de aprender y compartir en su lugar de trabajo.

A los docentes, alumnos y alumnas participantes en el estudio realizado, así como a las autoridades de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) y de la Universidad del Litoral (UNL), por su contribución al fomento de la investigación educativa en pos de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en el sistema universitario.

Al grupo de docentes del Departamento de Química General e Inorgánica de la FBCB de la UNL, por su compañerismo.

Al Departamento de Matemática de FBCB, por su asesoramiento especialmente a la Magister Elena Carrera y al Licenciado Diego Manni por su constante buena predisposición.

A la Dra. Susana García Barros y su familia, por su amistad, cariño y aliento.

A todos y cada uno de los integrantes de la Facultad de Ciencias de la Educación y de la Oficina de Relaciones Exteriores de la USC, que me ayudaron y acompañaron en este camino.

A las bolsas para estadías predoctorales destinadas a docentes e investigadores de América latina, programa Banco Santander-USC y al Programa de Movilidad Académico Científica Componente Posgrado (PROMAC-POS)-UNL, por la ayuda económica.

A todos aquellos autores de cuyas fuentes me nutrí y se reflejan en las citas y referencias.

A los padres de Javier por su respaldo permanente.

A mis padres por la educación y los valores que me transmitieron.

A Javier, Maximiliano y Catalina, las personas más importantes en mi vida, por su amor, comprensión y sostén.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTACIÓN	13
C.1.1. Origen de la investigación.	13
C.1.2. Relevancia de la investigación.	18
C.1.3. Problemas de investigación.	39
C.1.4. Hipótesis de investigación.	40
C.1.5. Plan de trabajo.	43
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	49
C.2.1. Sujetos y características de la muestra.	49
C.2.2. Planificación del estudio.	52
C.2.3. Instrumentos para la recolección de la información.	57
C.2.4. Instrumentos de análisis de la información.	68
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y ANÁLISIS	75
C.3.1. Hipótesis de investigación 1: resultados de la <i>competencia científica</i> inicial de la muestra.	76
C.3.2. Hipótesis de investigación 2: resultados de la <i>competencia científica</i> de la muestra durante tres períodos lectivos.	93
C.3.3. Hipótesis de investigación 3: resultados comparativos, entre Bioquímica y Biotecnología, de la <i>competencia científica</i> , durante tres períodos lectivos.	179
C.3.4. Hipótesis de investigación 4: resultados de las <i>sub-competencias científicas</i> de la muestra durante tres períodos lectivos.	181
C.3.5. Hipótesis de investigación 5: resultados de las características de la muestra. Resultados de la <i>competencia científica</i> y su relación con el contexto.	183
C.3.6. Hipótesis de investigación 6: resultados de la <i>competencia científica</i> y su relación con el rendimiento académico.	195
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES	205
BIBLIOGRAFÍA	219
ANEXOS	235



INTRODUCCIÓN

Esta memoria de investigación de tesis de doctorado está estructurada en cuatro capítulos, a lo largo de los cuales se pone de manifiesto el objetivo de la misma: evaluar con qué *competencia científica*, desde la perspectiva PISA 2006 (OCDE, 2008), ingresan los estudiantes en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Litoral a las carreras de Bioquímica y de Biotecnología y constatar en qué medida se ha desarrollado dicha competencia, durante el cursado del Ciclo Básico de las carreras mencionadas.

Dicha investigación se realiza mediante un estudio longitudinal en el cual se diseñaron los instrumentos para recolectar y analizar la información durante tres períodos lectivos en las dos carreras universitarias.

Capítulo 1

A lo largo de este capítulo se contextualiza y justifica la problemática de la presente investigación de tesis de doctorado.

Se describe, en primer lugar, el *origen de la investigación* poniendo de manifiesto las influencias que sobre la misma tuvieron las nuevas ideas que emanan de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y la formación y el ejercicio profesional de la autora en la docencia universitaria.

En un segundo momento, fundamentado en la literatura publicada sobre el tema, se pone de relieve *Relevancia de la investigación* desde dos perspectivas: las *competencias -competencias básicas* y la *competencia científica* que debe desarrollar el alumnado para una preparación más eficaz, desde el punto de vista del estudio Pisa 2006. Ambos puntos de vista sustentan el interés de este trabajo que es investigar la relación entre la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo de competencias, en concreto, de la *competencia científica*, en la instrucción que propone el ámbito educativo universitario en dos carreras cuya disciplina fundamental es la Química.

Posteriormente, se hacen explícitos los *problemas de investigación* que se van a abordar y que permitirán emitir las *hipótesis de investigación* que se derivan.

Finalmente se establece el *plan de trabajo* para la verificación o refutación de dichas hipótesis.

Capítulo 2

A lo largo de este segundo capítulo se describe la metodología de la investigación utilizada.

Se inicia con la descripción de los *Sujetos y características de la muestra* utilizada durante el estudio longitudinal, un grupo de estudiantes, alumnas y alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina).

Luego se hace explícita la *planificación del estudio*, a partir de las exigencias que se derivan de las hipótesis formuladas.

A continuación se describen los *Instrumentos para la recolección de la información*. Los mismos incluyen cuatro cuestionarios sobre *competencia científica* tomando como modelo el estudio validado de PISA 2006, y otro sobre contexto, contruidos específicamente para esta investigación.

Finalmente se exponen los fundamentos y criterios de los *Instrumentos de análisis de la información*, de los que se infieren el modelo de corrección, la escala de puntuación de la información generada durante la investigación y la transformación a niveles de rendimiento. Las respuestas del alumnado se analizan mediante el soporte de los criterios PISA 2006 y los modelos de representación utilizados en la enseñanza de la Química.

Capítulo 3

En este tercer capítulo se centra la atención en los resultados obtenidos y sus respectivos análisis, que se utilizarán para contrastar las seis hipótesis de investigación.

En primer lugar, para la verificación o rechazo de la *Hipótesis de investigación 1*, se presentan los *resultados de la competencia científica inicial de la muestra* (Inicio 2010).

Para el contraste de la *Hipótesis de investigación 2*, se exponen los *resultados de la competencia científica de la muestra durante tres períodos lectivos* (Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012).

Posteriormente, se aborda la *Hipótesis de investigación 3* y se muestran los *resultados comparativos, entre Bioquímica y Biotecnología, de la competencia científica, durante tres períodos lectivos*.

A continuación, se contrasta la *Hipótesis de investigación 4* mediante los *resultados comparativos de las sub-competencias científicas de la muestra durante tres períodos lectivos*.

Para la verificación o rechazo de la *Hipótesis de investigación 5*, se presentan *resultados de las características de la muestra*. Asimismo, se describe y analizan los *resultados de la competencia científica y su relación con el contexto*.

Finalmente, se procede al contraste de la *Hipótesis de investigación 6*, en donde se presentan los *resultados de la competencia científica y su relación con el rendimiento académico*.

Capítulo 4

Aunque en el *Capítulo 3* se presentaron las conclusiones referidas a cada una de las hipótesis planteadas, se consideró conveniente establecer una síntesis de las *conclusiones*, con el fin de tener una visión global del proceso. En este capítulo también se incluyeron *implicaciones, nuevas líneas de trabajo y limitaciones*.

Posteriormente, se presenta la *Bibliografía* en la que se cita la literatura científica consultada en la que se fundamenta el presente trabajo de investigación, por orden alfabético de autores y siguiendo el estilo de la normativa APA.

Por último, se incluyen los *Anexos*.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTACIÓN

A lo largo de este capítulo se contextualiza y justifica la problemática de la presente investigación de tesis de doctorado. Para ello se han distinguido los siguientes apartados:

C.1.1. *Origen de la investigación.* Se describe el origen de la investigación, poniendo de manifiesto las influencias que sobre la misma tuvieron las nuevas ideas que emanan de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y la formación y el ejercicio profesional de la autora en la docencia universitaria.

C.1.2. *Relevancia de la investigación.* En este apartado, fundamentado en la literatura publicada sobre el tema, se pone de relieve la importancia de la presente investigación desde dos perspectivas: las *competencias - competencias básicas* y la *competencia científica* que debe desarrollar el alumnado para una preparación más eficaz, desde el punto de vista del estudio Pisa 2006 (*Programme for International Student Assessment*). Ambos puntos de vista sustentan el interés de este trabajo que es investigar la relación entre la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo de competencias, en concreto, de la *competencia científica*, en la instrucción que propone el ámbito educativo universitario en dos carreras cuya disciplina fundamental es la Química.

C.1.3. *Problemas de investigación.* Se hacen explícitos los problemas de investigación, que llevan a planificar el trabajo necesario para dar respuesta a los mismos.

C.1.4. *Hipótesis de investigación.* Tomando como base lo anterior, se ponen de manifiesto las hipótesis de investigación.

C.1.5. *Plan de trabajo.* Establecidas las hipótesis de investigación, se procede a realizar el plan de trabajo a seguir para la verificación o refutación de las anteriores, es decir, para el desarrollo de la presente tesis de doctorado.

C.1.1. ORIGEN DE LA INVESTIGACIÓN

El surgimiento de la Didáctica de las Ciencias como disciplina autónoma tiene mucho que ver con la toma en consideración que el acto de aprendizaje no es una consecuencia simple e inmediata del acto de enseñar. No cabe hablar de una teoría consensuada sobre el aprendizaje y, por tanto, tampoco se puede hacerlo con una forma única o ideal de enseñar.

Para llevar a cabo los objetivos de la enseñanza de las ciencias, los docentes toman una serie de decisiones sobre qué enseñar y cómo hacerlo. Estas decisiones y estrategias responden a uno o varios modelos didácticos.

Jiménez Aleixandre (2000) plantea la dificultad que entraña establecer qué se entiende por modelo didáctico, habida cuenta que diferentes autores entienden distintas cosas.

Los modelos didácticos poseen aspectos tanto de aprendizaje como de enseñanza. Ambos tienen gran relación, aunque para algunos autores, por ejemplo Millar (1989), no existe una relación lineal entre un modelo de aprendizaje y uno de enseñanza, y para Ausubel, Novak y Hanesian (1983), enseñar y aprender no son coextensivos, pues “enseñar es sólo una de las condiciones que puede influir en el aprendizaje” (p. 26). Mientras otros, por ejemplo Gil Pérez (1993) escriben enseñanza/aprendizaje para subrayar la estrecha vinculación entre ambos aspectos.

La perspectiva del modelo constructivista, parece haber suscitado durante la década de los 80 un relativo consenso entre las personas que trabajan en Didáctica de la Ciencias (Driver, 1988; Gil Pérez, 1993; Novak, 1988; Osborne y Freyberg, 1991). Entre los fundamentos psicológicos de este modelo tiene gran relevancia la teoría de Ausubel, Novak y Hanesian (1983), en especial la importancia otorgada a lo que el estudiante ya sabe, y su concepción del aprendizaje significativo que ha sido utilizada en los estudios sobre las ideas alternativas. Para un aprendizaje significativo, los estudiantes deben primero tener un conocimiento previo adecuado para que el nuevo aprendizaje se pueda conectar. Es decir, para aprender es preciso establecer relaciones mediante las que sea posible establecer una jerarquía conceptual entre conceptos más o menos inclusores. Para generar nuevos aprendizajes, el aprendiz utiliza sus estructuras conceptuales y las estrategias relacionadas con ellas (Novak, 1988).

Según Garrido Romero, Perales Palacios y Galdón Delgado (2008), la teoría de aprendizaje basada en el individuo tiene su principal exponente en el constructivismo. Este se fundamenta en que el conocimiento reside en la propia mente y el aprendizaje se ve como un proceso de construcción individual interna de dicho conocimiento. Por otro lado, el constructivismo social, deriva de los trabajos más recientes de Vigotsky que desarrollan la idea de una perspectiva social de la cognición. Dichos autores, señalan tanto consecuencias positivas como algunas “sombras” en la formulación del modelo constructivista.

Desde las visiones sobre el aprendizaje y la enseñanza, según las cuales son los propios alumnos quienes construyen su conocimiento, la función del profesorado es promover este proceso constructivo, que forzosamente será distinto para cada estudiante y para cada grupo de clase. En este marco el profesorado cumple el rol de investigador en el aula, que estudia y diagnostica los problemas de aprendizaje y al mismo tiempo trata de solucionarlos.

Jiménez Aleixandre (2000), realiza una descripción del modelo constructivista del aprendizaje destacando sus fundamentos empíricos, psicológicos y epistemológicos; sus principios, modelos en acción y sistema social. Plantear los problemas de la enseñanza de las ciencias en relación con la perspectiva constructivista, es integrar aspectos positivos de diferentes modelos, sin excluir estrategias de enseñanza que se dirijan a distintos problemas. Esta autora, señala que dentro del modelo citado, en la secuencia de instrucción, se encuentran fases de exploración de ideas,

reestructuración de conocimientos, introducción de ideas nuevas y aplicación a diversos contextos.

El pensamiento actual acerca de los resultados deseados de la educación científica hace hincapié en los siguientes aspectos: el conocimiento científico, la apreciación de la contribución de la ciencia y la tecnología a la sociedad y una preparación más eficaz para la ciudadanía. Esta situación exigirá que cada individuo posea destrezas de comunicación, adaptación y un compromiso con el aprendizaje continuo, además de una instrucción general amplia (Millar y Osborne, 1998). La educación en el mundo actual debe promover alguna alfabetización científica general y la Química debe hacer una contribución a la misma (Millar, 1996).

Los ciudadanos del siglo XXI deberán analizar situaciones y tomar decisiones sobre asuntos que tienen que ver con conocimientos científicos o bien con habilidades técnicas. Desde esta perspectiva, la enseñanza de las ciencias no puede dedicarse a la transmisión de una serie de conocimientos desvinculados y muchas veces obsoletos, y que el papel del alumno sea solamente acumular tales conocimientos. Por el contrario, una nueva perspectiva implica promover un modelo de enseñanza que ayude a los estudiantes a desarrollar una comprensión más coherente, flexible, sistemática y principalmente crítica (Hodson, 2003).

Por esta razón la enseñanza de las ciencias debe incorporar un enfoque basado tanto en las experiencias cotidianas del alumnado como en la respuesta del saber científico a las necesidades de la sociedad contemporánea. Es decir, el uso de "contexto" como base para el diseño de planes de estudio y enseñanza en el aula (Gilbert, 2006).

En la enseñanza de la Química es importante señalar que el contexto no es un mero truco de motivación para atraer a los estudiantes. Tampoco es un aditivo con el objetivo de "ilustrar mejor la materia" (Jones & Miller, 2001). La investigación educativa sugiere que los contextos pertinentes proporcionan situaciones favorables para el aprendizaje cuando los estudiantes participan en grupos de prácticas y se dedican a abordar problemas bien definidos que requieren el uso significativo de conceptos e ideas de la Química (Gilbert, Bulte & Pilot, 2011). Taber (2001), argumentó que, a diferencia de la Física y la Biología, en la Química no es fácil la construcción de significados relacionados con los fenómenos del mundo real.

Como lo subraya el Informe Nuffield (Osborne & Dillon, 2008) la educación científica tradicional se conforma con transmitir una visión de la ciencia insuficiente para responder al interés de los jóvenes e incapaz de prepararlos para que comprendan el papel de la ciencia y la técnica en el mundo contemporáneo. El problema mayor de la humanidad en este momento, es la alimentación, la salud, la energía, el agua, el cambio climático y está claro que estos temas no se tratarán ni se resolverán sin contribuciones científicas importantes y tampoco lo harán sin la comprensión y el compromiso de los ciudadanos.

Los sucesivos cambios en la Educación en Ciencias en Argentina tuvieron como consecuencia, una gran variación en las estrategias y cantidad de tiempo asignado para la ciencia en las diferentes provincias. Estas diferencias crearon condiciones muy desiguales para la enseñanza de

la ciencia en todo el país. Por lo tanto la comunidad científica debe adquirir un mayor protagonismo en la promoción de la educación de la misma. Argentina se enfrenta a un problema concreto: si los investigadores deciden invertir tiempo en actividades que podrían popularizar la ciencia en la comunidad, se arriesgan a quedarse atrás respecto a otros investigadores que están dedicados a la investigación pura y que centran su atención y tiempo en publicar artículos sobre sus investigaciones. Por otra parte, las universidades están organizadas por disciplinas científicas, y de oferta de cursos que enfatizan fuertemente el conocimiento disciplinar. Es por tanto muy difícil imaginar a las universidades como los proveedores de cursos de formación que pudieran ayudar a los profesores a mejorar la eficacia de sus prácticas docentes y a conocer las estrategias de aprendizaje de sus alumnos (Labate, 2007). La evaluación de la calidad de la educación superior es un desafío para todas las universidades que desean que sus títulos y diplomas reflejen el logro de los objetivos fijados.

La enseñanza tiene un papel secundario para la mayoría de los científicos de la Universidad. Las habilidades en la enseñanza de la ciencia son adquiridas como consecuencia del desempeño de sus primeros empleos como asistentes o principiantes en la docencia (Dehaan, 2005; Luft, Kurdziel, Roehrig y Turner, 2004). Ciertamente, se reconoce la necesidad de mejorar la enseñanza en el nivel universitario así como la investigación que documenta la dificultad de trabajar por y para la reforma en la enseñanza a ese nivel (McIntosh, 2000).

Según Zabalza (2004), los profesores universitarios están muy motivados por su actualización, el acceso a la información puntera, la investigación y hasta la extensión, pero solo pequeños enclaves ubican la reflexión curricular y los temas de la didáctica como cruciales para su trabajo docente. La Universidad, como el profesorado universitario deben atender a esta demanda. Los profesores se convierten en los mediadores de todas las innovaciones en la Universidad, aplicadores, instigadores y planificadores de los cambios.

Es bastante comunmente aceptado que la Química es una disciplina difícil de entender porque es muy "abstracta" (Ben-Zvi, Eylon, & Silberstein, 1988; Zoller, 1990).

Como señala Benarroch Benarroch (2010), una buena parte de la enseñanza en la Universidad se realiza sin cuestionamientos y aún cuando se lleva años de investigación sobre la enseñanza aprendizaje de la Química y se ha avanzado mucho en el conocimiento sobre ella, en las facultades, en general, y en las de Química en particular, se continúa enseñando a la antigua usanza. Esta autora afirma que la enseñanza de la Química en la Universidad está en crisis y que esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que incluso en los países más desarrollados no se logra despertar el interés de los alumnos.

De Jong (2000), aborda el problema que plantea la distancia existente entre la investigación en didáctica y la enseñanza de la Química. Para establecer vínculos más estrechos entre la investigación didáctica y la práctica docente encuentra una explicación en la forma en que los investigadores y los profesores ven el trabajo que hacen los otros. Así los profesores tienden a pensar que los investigadores deberían proporcionarles

soluciones concretas a sus problemas didácticos, y los investigadores tienden a creer que los profesores deberían ser capaces de transformar los resultados de las investigaciones en ideas útiles para la enseñanza.

Durante los años 2007 y 2008, en el marco de los Proyectos Intercampus A/5913/06 y A/7510/07, concedidos por la Agencia Española de Cooperación Internacional -*Un espacio compartido entre la investigación educativa y las prácticas docentes para la construcción de secuencias de enseñanza en Ciencias Experimentales y Matemática*- hemos desarrollado secuencias didácticas en Química para alumnos de Escuela Secundaria en la República Argentina (Domínguez Castiñeiras, Odetti, García Barros, Cajaraville Pegito, Falicoff y Ortolani, 2007). Asimismo, se evaluó el resultado de su aplicación (Falicoff, Ortolani, Odetti y Domínguez Castiñeiras, 2008; Domínguez-Castiñeiras, Falicoff, Ortolani, Húmpola y Odetti, 2008; Odetti, Ortolani, Falicoff & Domínguez Castiñeiras, 2009; Ortolani, Falicoff, Odetti y Domínguez-Castiñeiras, 2009; Odetti, Falicoff, Ortolani & Domínguez-Castiñeiras, 2010; Domínguez Castiñeiras, Odetti, Falicoff y Ortolani, 2012).

En dicho proceso se originó el interés en investigar determinadas características curriculares en el ámbito universitario, que podrían orientar sobre las prioridades para una enseñanza de calidad que fomente el desarrollo de la *competencia científica* desde la perspectiva PISA 2006 (OCDE, 2008). De este modo, los datos derivados de la investigación, permitirían reflexionar de qué manera se podrían favorecer cambios positivos en las estrategias de aprendizaje de los alumnos y en las prácticas de enseñanza de los profesores universitarios en dos carreras cuya disciplina fundamental es la Química: Bioquímica y Biotecnología.

Tanto en las carreras de Química, como en las de Ciencias Experimentales en general, el requisito de que las universidades preparen a los estudiantes en la *competencia científica* adquiere cada vez mayor importancia. Como resultado de ello, existe un volumen creciente de investigaciones relacionadas con la identificación y evaluación de las competencias, ya que las mismas se convierten en un indicador de la calidad de la enseñanza impartida. (Por ejemplo: Brown y Glasner, 2003; Cano García, 2008; Vivas & Hevia, 2009; Prades & Espinar, 2010).

Las prácticas y las influencias de las pruebas a gran escala (como PISA), tanto nacionales como internacionales, han aumentado en la última década. Este proceso ha puesto de manifiesto una tensión entre la necesidad legítima para obtener información sobre el desempeño del sistema educativo y el uso que de este dato realizan los profesores y alumnos para causar efectos en el aula. En particular, PISA 2006 es un estudio importante de carácter internacional que considera la competencia en ciencias y pone un mayor énfasis en su conocimiento, como un aspecto que establece las tendencias futuras del rendimiento en la misma. La universalidad que le da a PISA el hecho de no estar ligado a *currículos* y planes de estudio específicos no implica una indiferencia frente al contexto.

Los encargados de formular políticas, interpretan y utilizan los resultados de dichas pruebas, pero además los profesores han de saber acerca del cómo hacer uso de estas evaluaciones para mejorar su práctica pedagógica.

El Programa de Doctorado del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Santiago de Compostela, a través de los cursos correspondientes, brinda la oportunidad de estudiar las teorías de enseñanza y de aprendizaje. En este marco también se analiza el objeto y diseño en las investigaciones en Didáctica de las Ciencias. La aplicación de lo aprendido durante estos cursos permitió realizar la presente investigación.

Este trabajo está fundamentado en el marco de las pruebas PISA 2006 (OCDE, 2008), sobre *competencia científica*. En esta tesis se indagó en qué medida una muestra de alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) adquirieron y/o desarrollan dicha competencia durante los primeros años del nivel universitario. Para ello, se realizó un estudio longitudinal que orientó el diseño de cuestionarios originales para los tres períodos lectivos del Ciclo Básico (1º, 2º y 3º año), en las dos carreras universitarias mencionadas.

Algunos resultados preliminares fueron presentados en distintos eventos científicos y publicaciones (Falicoff, Domínguez-Castiñeiras y Odetti, 2012; 2013 y en prensa; Falicoff, Domínguez-Castiñeiras, Odetti y Güemes, 2011; 2012).

C.1.2. RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado, fundamentado en la literatura publicada sobre el tema, se pone de relieve la relevancia de la presente investigación desde dos perspectivas: las *competencias-competencias básicas* y la *competencia científica*- que debe desarrollar el alumnado para una preparación más eficaz, desde el punto de vista de las carreras que van a estudiar y del estudio Pisa 2006. Ambos puntos de vista sustentan el interés de este trabajo que es investigar la relación entre la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo de competencias, en concreto, de la *competencia científica*, en la instrucción que propone el ámbito educativo universitario en dos carreras cuya disciplina fundamental es la Química.

Este estudio de carácter descriptivo y longitudinal debe ser tomado, por tanto, como un punto de partida para futuros análisis e investigaciones.

Sin generalizaciones, se espera que los resultados que esta investigación pueda arrojar, contribuyan a detectar debilidades y fortalezas en el desarrollo de la *competencia científica* en el Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica y Biotecnología. Se percibe que este conocimiento puede orientar acciones para una enseñanza y aprendizaje que favorezca el desarrollo y mejora de la competencia investigada.

Como las competencias tienen diferentes complejidades y no son constantes a través de las diferentes situaciones, el enfoque de este trabajo fue indagar dichas aptitudes por medio de diferentes cuestionarios escritos, pero que en esencia evaluaran lo mismo. Se llevaron a cabo pruebas de lápiz y papel para determinar qué efectos resultantes en la *competencia científica* surgen a lo largo de la instrucción. No se realizaron observaciones en las clases.

Con esta tesis se pretendió obtener:

- Un perfil básico de la *competencia científica* del alumnado al iniciar

y al terminar un período de estudio académico, el Ciclo Básico, en las carreras de Bioquímica y Biotecnología.

- Indicadores contextuales que relacionen los resultados con las características del alumnado.

- Indicadores que puedan estudiar tendencias que muestren los cambios a lo largo del tiempo.

- Una base de conocimiento para el análisis y la investigación.

Para abordar el estudio de la problemática planteada, se diferenciaron varios apartados:

C.1.2.1. Campo conceptual de las *competencias* - *competencias básicas*.

C.1.2.2. *Competencia Científica*. Programa PISA 2006.

C.1.2.3. Relevancia para el ámbito educativo.

C.1.2.1. CAMPO CONCEPTUAL DE LAS COMPETENCIAS. COMPETENCIAS BÁSICAS.

Competencias

Un nuevo término ha aparecido recientemente con fuerza en el mundo educativo: *Competencia*. Tal como se entiende hoy en Educación, significa sobrepasar la acepción de la palabra tal como la define el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: "*Pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado*". (Diccionario de la lengua española (DRAE), 2001, <http://lema.rae.es/drae/?val=competencia> 14-05-2010).

Expertos en distintas materias educativas, así como organismos internacionales, se han ocupado de desarrollar todo un pensamiento en torno a las competencias. En la literatura especializada (sin abordar la terminología económica), se pueden observar varias acepciones y diferentes enfoques en torno a las mismas.

De Pro (2012), señala:

Creemos que, dada la polisemia del término, su auténtico significado está por definir; lo iremos construyendo entre todos a medida que lo vayamos "usando" en nuestra práctica profesional. Es más: pensamos que no sólo no debería ser contradictorio como lo hecho hasta ahora sino que debemos dotarlo de un significado compatible con los logros, hallazgos y aportaciones existentes, que los hay y muchos. (p.6)

Se realizó un recorrido por alguna bibliografía para explorar sobre cómo se construye el concepto de *competencia*, sus diferencias y, en concreto, la forma en que se puede aplicar en la educación. La necesidad de conceptualizar el término ha provocado la aparición de definiciones diversas y la revisión de algunas de ellas. Tanto en los ámbitos laboral y educativo, como en los aspectos claves de carácter semántico o estructural ha sido realizada por diversos autores, entre los que se cita a Perrenoud (2004), de Pro Bueno (2007) y Zabala y Arnau (2007).

El concepto de enseñar por y para las competencias puede ayudar a definir mejor las metas y los propósitos de la acción educativa que otros conceptos afines (habilidades, aptitudes, estrategias, etc.), con los que sin

duda están emparentados e incluso cohabitan. Ser competente no es sólo ser hábil en la ejecución de tareas y actividades concretas, escolares o no, tal como han sido enseñadas, sino más allá de ello, ser capaz de afrontar, a partir de las habilidades adquiridas, nuevas tareas o retos que supongan ir más allá de lo ya aprendido. Evaluar si alguien es competente es en parte comprobar su capacidad para reorganizar lo aprendido, para transferirlo a nuevas situaciones y contextos (Perrenoud, 2004; Zabala y Arnau, 2007).

Según De Pro (2007), este nuevo término aumenta el listado de términos pedagógicos que circulan en el ámbito educativo y no existe unanimidad para establecer su significado. Sin embargo, el mismo autor (2011, p. 26), clarifica ciertas ideas:

- Las *competencias profesionales* tienen sentido en la formación profesional o en las titulaciones universitarias. Éstas se diferencian de las *competencias básicas* para la ciudadanía.

- Se pone énfasis en la utilidad de los conocimientos en diferentes situaciones y no tanto en la adquisición de los mismos.

- Es una *idea integradora* entre tipos de contenidos, disciplinas y educación formal y no formal.

- Se adquiere *a lo largo de toda la vida*.

- Se deben *modificar las formas de evaluar y de calificar*.

Investigadores como Cañas, Martín-Díaz y Níeda (2007) y Cano García (2008) también indagan en el significado del término *competencia*. En términos generales revisan algunas definiciones y concepciones desde diversos y disímiles puntos de vista, tanto de distintos organismos como de diferentes autores. En el ámbito educativo el término incluye capacidades relacionadas con el desarrollo personal y social de los alumnos que pueden servir para una educación de mayor calidad, equidad e incidencia en la práctica docente real en las aulas.

A este respecto Monereo y Pozo (2001), señalan que se pretende formar un estudiante flexible, estratégico y empático, por lo tanto la Escuela, como la Universidad, deberían dotar a los alumnos y alumnas de las competencias necesarias para acceder a las culturas simbólicas que caracterizan a nuestra sociedad. No se tratará ya sólo de atender y promover la diversidad entre el alumnado, sino también “dentro de cada alumno”, haciéndoles más capaces, más plenos y autónomos en su desarrollo personal, lo que sin duda facilitará su éxito profesional.

El término *competencia* se ha convertido en un elemento clave de los nuevos *currículos*. Un currículo basado en la adquisición de competencias va más allá de las disciplinas. En opinión de Goñi Zabala (2005), debería usarse este vocablo a la hora de proponer fines para el *currículo* y evitarse el uso de otros términos como “habilidades”, “destrezas” y “aptitudes”.

Competencias Básicas

En 1997 los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, en español) lanzaron el programa PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) con el objetivo de evaluar las capacidades de los estudiantes al final de la escolaridad obligatoria (OECD, 2005). A partir de ese momento la noción de

competencia cobra especial relevancia, lo que se refleja en las recomendaciones por parte de la Unión Europea de una lista de ocho competencias básicas (European Union, 2006).

Esencialmente, las finalidades de las competencias básicas son: integrar los aprendizajes, ponerlos en relación con distintos tipos de contenido, utilizarlos de manera efectiva y orientar la enseñanza (identificar contenidos y criterios de evaluación).

En opinión de Sarramona (2004), la perspectiva de competencias básicas no es una simple cuestión de cambio terminológico sino la introducción de una manera diferente de entender la educación. Esta visión no termina en la selección de los contenidos, sino que incluye el punto de vista didáctico que pone el énfasis en el lado del aprendiz y no tanto en la lógica de la docencia. Este camino abre la consideración de las competencias como un factor importante para el logro de la equidad en el sistema educativo, puesto que se trata de objetivos que se han de poner al alcance de todos los alumnos y les han de permitir insertarse de manera consciente en la sociedad. Asimismo, estos aspectos de características holísticas sientan las bases para seguir aprendiendo a lo largo de la vida ya que, los aprendizajes más específicos son los que más rápidamente quedarán obsoletos con el paso del tiempo y los consiguientes cambios sociales y tecnológicos.

Monereo y Pozo (2007), indican que con frecuencia, la mayor o menor competencia de un alumno concreto en una tarea, o incluso en un dominio o ámbito de actividad, se suele atribuir a diferencias individuales de origen genético, o al menos de desarrollo muy temprano, con respecto a las cuales la escuela poco podría hacer, más allá de estimular ese desarrollo. En contra de este supuesto, dichos autores afirman que hay motivos para suponer que las competencias para las que formamos no están previamente en los alumnos sino que, desde una perspectiva vygotskiana, son construcciones sociales que deben ser internalizadas a través de la educación.

Según Marco Stiefel (2008), se está asistiendo al nacimiento de un nuevo paradigma educativo, basado en el aprendizaje y directamente enfocado hacia la aplicabilidad de los conocimientos, que descansa sobre dos pilares básicos: en el contexto actual y en un nuevo intento de adecuación entre la formación que se suministra a los individuos y su adaptabilidad social y al mundo del trabajo en general. Las competencias básicas permiten poner el acento en aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles y orientados a la aplicación de los saberes adquiridos, es decir, al desarrollo de competencias como un aprendizaje para la vida.

Se esboza resumidamente el concepto de competencia básica:

- Las competencias están ligadas al conocimiento que se despliega ante un problema en contextos prácticos. En general, el sujeto puede poner de manifiesto sus competencias porque es poseedor de unas determinadas características cognoscitivas (saberes y habilidades), afectivas (motivaciones, actitudes, rasgos de personalidad), psicomotrices (hábitos, destrezas) y físicas, las cuales constituyen los atributos de la competencia.

- Una competencia es una cualidad del sujeto que se mantiene en el tiempo durante un tiempo razonable.

Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante, tiene como objetivos el alcance de ciertas competencias básicas que éste ha de adquirir. Con esta visión, el profesor ha de cambiar su tradicional papel de transmisor para transformarse en un verdadero orientador y guía del aprendizaje de sus alumnos; en el que la evaluación es el elemento regulador de todo el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Según Marchena González (2008), las “competencias básicas” suponen un recurso curricular más al servicio del profesorado, donde lo esencial sea materializarlas en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

En este contexto, son muchos los trabajos que centran su interés en las implicaciones pedagógicas del enfoque de competencias en la Universidad. Por ejemplo, Bigg (2003) y Blanco (2009) reflexionan sobre las propias competencias clave y sobre cómo pueden ser desarrolladas en la educación superior. Pensar en las competencias que un estudiante debería adquirir en la Universidad, supone una reflexión acerca de las aportaciones que cada uno de ellos ha de ser capaz de ofrecer a la sociedad –como profesional competente– al terminar sus estudios.

Esta concepción de competencia profesional, como resultado esperado de la enseñanza y el aprendizaje en la Universidad, conlleva al ámbito de la *competencia científica*. No es lo mismo saber algo que saber aplicarlo en un contexto específico ni saber aplicarlo en nuevas situaciones. La transferencia del conocimiento no es inmediata; implica previamente la abstracción del mismo, lo que requiere dotar al estudiante de las herramientas cognitivas necesarias para reflexionar, controlar y ejecutar mejor su conocimiento (metacognición). Por tanto, enseñar competencias implica estrategias de enseñanza más exigentes para los docentes pues deben tratar de mantenerlas de modo coherente durante plazos de tiempos largos y aplicarlas en una diversidad amplia de contenidos específicos.

C.1.2.2. COMPETENCIA CIENTÍFICA. PROGRAMA PISA 2006.

Para el desarrollo de la *competencia científica* parece adecuado propiciar que los alumnos conecten los aprendizajes del aula con sus contextos personales y sociales; que sean capaces de interpretar la información que reciben, valorar el pensamiento científico-técnico, aplicarlo, hacer predicciones y tomar decisiones con iniciativa y autonomía (Cañas, Martín-Díaz, y Niedo, 2007). Estos autores exponen la correspondencia entre las diferentes dimensiones de la *competencia científica* con otras competencias: matemática, lingüística, aprender a aprender, desarrollo de la autonomía e iniciativa personal, competencia social y ciudadana, tratamiento de la información y competencia digital (Niedo, Cañas y Martín-Díaz, 2012).

Si se centra la atención en la *competencia científica*, Chamizo e Izquierdo (2007), entienden la competencia como saber, saber hacer, ser y vivir con otros en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar. Estos autores realzan la importancia de las nuevas preguntas, éstas serán apropiadas para desarrollar competencias, para evaluarlas y para la evolución creativa de la Ciencia. Aprender a plantear preguntas

investigables científicamente es uno de los objetivos de la clase de ciencias (Sanmartí y Márquez Bargalló, 2012).

Jiménez Aleixandre (2010, 2011) destaca aspectos como: la capacidad de relacionar datos y conclusiones y de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes.

Desde la perspectiva de Pedrinaci Rodríguez, Caamaño Ros, Cañal de León y de Pro Bueno (2012), la *competencia científica* integra las tres dimensiones: conceptual, metodológica y actitudinal.

En opinión de Sanmartí (2011), no tiene sentido evaluar conocimientos conceptuales por un lado y competencias por el otro. Evaluar la *competencia científica* conlleva reconocer la capacidad de movilizar los diferentes tipos de saberes de forma interrelacionada, en la actuación y la resolución de problemas abiertos y reales.

PISA es el acrónimo de *Programme for International Student Assessment* (Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos). Surge de las directrices que, sobre competencias básicas, estableció la Unión Europea en los sistemas educativos de los distintos estados miembros, con el objetivo de adaptar los diferentes documentos curriculares de los países y promover una educación eficaz, correcta, dinámica e integral. Dicho proyecto, es el resultado de la aplicación de la estrategia desarrollada por una de las redes del Proyecto de Indicadores Internacionales de los Sistemas Educativos (Proyecto INES). Este último concierne al Centro para la Investigación e Innovación Educativas (CERI), dependiente de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), y tiene como objetivo generar indicadores comparativos internacionales de rendimiento educativo en los países miembros (OCDE, n.d.; Domenech, 2003).

Los estudios PISA se aplican cada tres años. El carácter cíclico (trienal) de la evaluación permite tener indicadores sobre las tendencias en cada país y en el conjunto de los países involucrados en el proyecto. En cada aplicación se estudian los rendimientos de los alumnos en tres competencias: *Lectura, Matemática y Ciencias*, pero una de ellas, de forma rotatoria, recibe una atención más profunda, mientras que las otras dos son objeto de un somero sondeo. En 2006 se centró la atención en la *Competencia científica* (OCDE, 2006). Un nuevo ciclo comenzó en el año 2009 con la *Lectura* como el área principal objeto de evaluación, la *Matemática* en el año 2012 y las *Ciencias* en el año 2015.

Se trata de un programa de evaluación continuada que, a largo plazo, conducirá al desarrollo de un *corpus* de información que servirá para llevar un control de las tendencias que marcan la evolución de los conocimientos y las habilidades de los alumnos de varios países, así como de diversos subgrupos poblacionales dentro de cada país. Este estudio evalúa a los alumnos de 15 años en sus centros educativos. Es por ello que en este trabajo surgió la necesidad de tratar de contextualizar algunas preguntas para un grupo de mayor edad y de nivel educativo más avanzado, el universitario.

PISA no es el primer estudio comparativo internacional del rendimiento de los alumnos. Es importante señalar, no obstante, que los estudios anteriores se han centrado en los rendimientos ligados directamente a los

currículos y, además, sólo en aquellas partes de los mismos que son, en lo sustancial, comunes a los distintos países participantes. PISA se centra en la alfabetización para la vida adulta más allá de los conocimientos conceptuales y factuales (Acevedo, 2005).

No se trata de un instrumento de evaluación que corresponda a la trayectoria de ciertos países y haya sido exportado a otros, sino que fue gestado con la colaboración de los mismos países que habrían de aplicarlo, y ello contribuyó a que se atendiera la universalidad en el enfoque del examen y en la pertinencia cultural de los ejemplos utilizados en las actividades. Además, PISA utiliza mecanismos rigurosos de control de calidad y la aplicación de las tecnologías y metodologías más avanzadas para el procesamiento de los datos. Mediante la conjunción de todas estas medidas se obtienen unas herramientas de gran calidad, así como unos resultados con un alto grado de validez y fiabilidad.

El estudio PISA está organizado y dirigido cooperativamente por los países miembros de la OCDE, en colaboración con un número cada vez mayor de países asociados. La participación de Argentina está coordinada por la Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa (DINIECE). Nuestro país ha participado como país asociado en 2000 y 2006. Para este último año, el tamaño de la muestra utilizada permite hacer inferencias de carácter nacional, pero no para regiones o municipios (DINIECE n.d., p. 9). Los resultados alcanzados por los adolescentes argentinos (15 años) fueron alarmantes ya que, para la *competencia científica*, se obtuvo el puesto 51º respecto a 57 países (OCDE, 2008). En el estudio de 2009, la evolución fue negativa pues se obtuvo el puesto 56º de un total de 64 países (OECD, 2010). Los resultados, por país, para Latinoamérica se presentan en DINIECE, (p. 23). El promedio de los países latinoamericanos (408), está muy distante de la media OCDE (500). Para la Argentina, en comparación con el grupo de países latinoamericanos, se observa que no hay diferencias significativas con Colombia, Brasil y México pero sí las hay, en sentido negativo, con Uruguay y Chile. En cuanto al promedio argentino en Ciencias, se observa una diferencia estadísticamente muy significativa por debajo del promedio de la OCDE.

En el reciente informe de los resultados de PISA 2012, Argentina obtuvo un promedio de 406 puntos (por debajo de la media de la OCDE de 500 puntos) en el rendimiento en Ciencias y se ubicó en el puesto 58º entre un total de 65 países (OECD, 2013, p.5). En los principales resultados en Ciencias, las tendencias en el rendimiento general, en los porcentajes de los mejores y de los peores desempeños, se mantienen. Sin embargo los resultados del género masculino versus el femenino es mejor que el promedio de la OCDE. (OECD, PISA 2012 Results <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm>, 05-12-2013).

Evaluar directamente los conocimientos y las habilidades que se poseen cuando ya está próxima la finalización del período de escolarización básica, permite a PISA analizar el grado de preparación de los jóvenes para la vida adulta y, en cierta medida, la propia eficacia del sistema educativo. Lo que se pretende es evaluar los logros en función de los objetivos subyacentes a los sistemas educativos (según los define la sociedad), y no en función de la docencia y aprendizaje de un corpus de conocimientos.

Las características fundamentales que han guiado el desarrollo del estudio PISA han sido su orientación política y su innovador concepto de competencia básica que tiene que ver con la capacidad de los estudiantes para extrapolar lo que han aprendido y aplicar sus conocimientos ante nuevas circunstancias, su relevancia para el aprendizaje a lo largo de la vida y su regularidad. Ésta se centra en averiguar hasta qué punto los alumnos son capaces de usar los conocimientos y destrezas que han aprendido y practicado en la escuela cuando se ven ante situaciones, muchas veces nuevas para ellos, en las que esos conocimientos pueden resultar relevantes. El énfasis de la evaluación está puesto en el dominio de los procesos, el entendimiento de los conceptos y la habilidad de actuar o funcionar en varias situaciones dentro de cada dominio (MEC, 2007).

Este programa evalúa el modo en que los alumnos pueden hacer uso de sus conocimientos y destrezas científicas para comprender e interpretar distintos tipos de contextos científicos. Las competencias adquiridas reflejarían la capacidad que tienen los alumnos para continuar aprendiendo a lo largo de su vida, aplicando lo que aprenden en el establecimiento educativo y fuera de él, evaluando sus opciones y tomando decisiones.

Teniendo en cuenta la problemática indicada, se coincide con Monereo et al. (2009), en la necesidad de mejorar el sistema educativo y en la oportunidad de hacerlo, justamente, a partir de las reflexiones que generan los resultados de PISA. En este caso no es para centrarse en las evaluaciones ni comparaciones sino, para favorecer cambios positivos en las estrategias de aprendizaje de los alumnos y en las prácticas de enseñanza de los profesores.

Las preguntas de PISA permiten identificar qué es lo que la sociedad actual considera que las nuevas generaciones necesitan aprender y han sido redactadas por equipos de amplio prestigio en cada campo de las didácticas específicas. Los componentes relevantes de las dimensiones de PISA, se enfocan en la alfabetización científica más que en el dominio del contenido curricular (Harlen, 2002).

Los contenidos sobre la ciencia son fundamentales para lograr la alfabetización científica, ya que van dirigidos a dar respuesta a la pregunta ¿cómo se sabe?, frente a ¿qué se sabe? (Bartholomew, Osborne & Ratcliffe, 2004). Lemke (2006), destaca la necesidad de una educación científica de alta calidad para que los futuros ciudadanos puedan participar en la toma de decisiones de carácter social y, en particular, en aquellas relacionadas con el impacto de la ciencia y la tecnología en las sociedades.

Bybee (1997), sugiere tratar la alfabetización científica como un continuo de conocimientos y prácticas sobre el mundo natural y el diseñado artificialmente por la tecnología, con diferentes grados y niveles dependiendo de la edad de la persona, los tópicos abordados y los contextos. Este continuo recorre la siguiente secuencia: analfabetismo, alfabetización nominal, funcional, conceptual y procedimental y, por fin, multidimensional, que incluye otros aspectos como los históricos y sociales, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, etc.

Como las evaluaciones PISA no son curriculares, pueden ayudar a establecer perspectivas innovadoras en la enseñanza. Lo que importa no son las medias obtenidas por los estudiantes sino, lo que realmente

interesa, es en qué medida los estudiantes alcanzan los logros deseados, así como cuáles son las deficiencias y obstáculos detectados, y utilizar dicha información para reorientar la acción educativa con vistas a mejorar el aprendizaje, la enseñanza y el propio *currículo*, sin olvidar las mejoras de las pruebas de evaluación habitualmente utilizadas. Entre las fortalezas del proceso de evaluación de PISA, se encuentra la riqueza de las pruebas escritas, cuyos componentes y preguntas proponen una gran variedad de operaciones intelectuales que permiten al alumno mostrar sus conocimientos y habilidades.

Las evaluaciones bien planteadas, pueden orientar la enseñanza de las ciencias hacia las innovaciones de los *currículos* reformados en consonancia con las aportaciones de la investigación en Didáctica de las Ciencias. Una idea central de PISA es que el enfoque de la evaluación propuesta -que considera la aplicación del conocimiento científico más que la memorización de conceptos- favorecerá el desarrollo de una didáctica coherente con los logros a conseguir y, en última instancia, mejorará el rendimiento de los estudiantes. El proyecto pretende evaluar si el alumnado es capaz de discernir, entre las explicaciones científicas a problemas fundamentales que se ha planteado la humanidad, de aquéllas que no lo son (Oñorbe, 2008). Contar con instrumentos que digan cómo se está en relación con otros, en qué áreas se está bien y en cuáles hace falta mejorar, es fundamental para elevar la calidad educativa y, con ello, las oportunidades y el nivel de vida de las personas.

PISA no es sólo un instrumento de constatación, sino que ha sido concebido para contribuir a la mejora de la calidad de la educación basándose en los resultados de las investigaciones educativas de las últimas décadas. El estudio PISA se basa en el concepto de competencia que indica, para el caso de la *Competencia científica*, que:

Hace referencia a los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo. (OCDE 2006, p. 13)

Las definiciones de *competencia científica* propuestas en los proyectos de evaluación PISA 2009 (OECD, 2009) y PISA 2012 (OECD, 2012) son similares.

En PISA aparece una afirmación de un elemento clave vinculado al término competencia que es la transposición de los conocimientos hacia situaciones de la vida, lo que los hace aplicable a un buen número de situaciones. PISA no se limita a evaluar competencias curriculares y transversales de los alumnos, sino que además informa sobre su motivación para aprender, la percepción de sí mismos y las estrategias que utilizan como sujetos de aprendizaje autónomo, más allá de la enseñanza formal.

Las declaraciones referidas a PISA ponen de manifiesto un giro en el enfoque de la enseñanza que recorre todas las etapas educativas, no solo las básicas, pues la renovación de la enseñanza universitaria propiciada por la creación del Espacio Europeo de la Educación Superior, a partir de Bolonia, va en la misma línea. Asimismo, el Proyecto Tuning para América Latina (2007), de alcance universitario, es impulsado y coordinado por universidades de distintos países, tanto latinoamericanos como europeos. Este proyecto posee los siguientes ejes de debate en torno a los cuales se está desarrollando este Espacio de Educación Superior:

- El paradigma de una educación primordialmente centrada en el estudiante. El desarrollo de la tarea pedagógica en forma transversal y transdisciplinar.
- La concepción de una educación de calidad, pertinente y transparente.
- Los debates sobre la duración de las carreras y las nuevas modalidades de enseñanza a distancia y virtuales.
- Los requerimientos para el desarrollo de un Espacio Común Universitario, que incluya a Latinoamérica, el Caribe y Europa, tal y como lo expresan los objetivos y metas del Espacio ALCUE (Espacio común de Educación Superior. América Latina y el Caribe - Unión Europea) y las Cumbres Iberoamericanas.

Se considera que un enfoque basado en competencias es muy apropiado para ayudar a los estudiantes a comprender lo que se espera de ellos y, al mismo tiempo, para que la enseñanza y la evaluación estén al servicio de los resultados requeridos socialmente. Los temas planteados en las pruebas PISA reflejan esa preocupación por ligar el conocimiento científico con los problemas del presente y su solución. Ello implica reconocer la importancia de una educación científica que habilite al individuo para actuar responsablemente en los asuntos de interés común.

El empleo de indicadores para referenciar la calidad de un sistema educativo no está exento de polémica y es inevitable el riesgo de sesgos (Delgado Acosta, 2002). Un indicador se puede definir como un elemento informativo de carácter cuantitativo, sobre algún componente o atributo de la realidad, orientado a servir de fundamento para elaborar juicios sobre ella. En el estudio PISA los indicadores suelen expresarse en forma numérica, pero progresivamente se abren camino comparaciones más cualitativas e interpretativas. La utilidad de los indicadores está en la posibilidad que éstos ofrecen para medir, comparar y/o advertir tendencias.

Sanmartí y Sardà (2007), citan algunos argumentos favorables y otros contrarios a las evaluaciones del tipo PISA. Entre algunos de los primeros, consideran un acierto el hecho de evaluar competencias y que los contenidos que se pretenden evaluar son innovadores y coherentes con las necesidades de la población y con los resultados de la investigación en didáctica de las distintas áreas. Estos autores acuerdan que los datos de los informes pueden ayudar a potenciar aspectos que funcionan y a superar las principales debilidades. Como ejemplo de los desfavorables señalan que este tipo de pruebas pueden fomentar la competencia entre países, escuelas y/o profesores; o bien, promover la estandarización de las mentes. En el mismo sentido destacan, que los cambios esenciales son muy lentos y

que, al requerir mucho tiempo, tal vez solamente se incorporen algunas técnicas y/o pequeñas prácticas, pero que los contenidos que se enseñan y las metodologías no varíen sustancialmente.

Para de Pro Bueno (2007), el proyecto PISA puede encontrarse con tres obstáculos: la necesidad del profesorado de materiales concretos para llevar a cabo los cambios en el qué y cómo enseñar en la práctica educativa; las decisiones administrativas en cuanto a programas oficiales, etc. y las modificaciones en las pruebas de acceso a la Universidad ya que éstas condicionan muchas actuaciones en los niveles no universitarios.

En este escenario, César Coll (2007), se pregunta si los enfoques basados en competencias no constituyen un eslabón más en la cadena de propuestas y planteamientos educativos que se suceden con relativa rapidez pero que, mientras están vigentes, se erigen en fuente de solución de todos los problemas educativos. Este autor ha formulado que los enfoques basados en competencias son muy valiosos, pero no un remedio milagroso y que no resuelven el problema de cómo evaluarlas adecuadamente. Para desarrollar una competencia hay que asimilar y apropiarse de una serie de saberes asociados a ella y, además, aprender a movilizarlos y aplicarlos desde la más estricta neutralidad ideológica. La consideración de los saberes asociados a las competencias no es sólo una necesidad para asegurar su adquisición y desarrollo, sino que es, además, una garantía para educar al alumnado para el ejercicio de una ciudadanía universal y en una realidad social, cultural, nacional y regional de la que forma parte.

Monereo et al. (2009), plantean que las pruebas PISA pueden toparse con estilos y culturas de aprendizaje diferentes. Afirman que la problemática más aguda que suscita el proyecto se concentra en el impacto mediático de sus resultados. Todo ello reafirma la posición de no mitificar los mismos pero sí de valorarlos en la medida que éstos puedan indicar tendencias generales. En este sentido, coincidimos con los autores en que los informes que se generen deben apuntar más a los cambios del *qué y cómo se enseña*, que hacia los resultados.

Más allá de opiniones críticas, la amplia muestra utilizada en las evaluaciones internacionales muestra que en la mayoría de los países se debe mejorar la cultura científica de los estudiantes (Acevedo, 2005; Gil Pérez y Vilches, 2006).

EL RENDIMIENTO: QUÉ SE MIDE

El marco de referencia empieza por el concepto de *competencia*, que se refiere a la capacidad de los alumnos para aplicar conocimientos y habilidades, y para analizar, razonar y comunicarse con eficacia cuando plantean, resuelven e interpretan problemas relacionados con distintas situaciones.

El concepto de competencia que utiliza PISA es mucho más amplio que la idea histórica de la capacidad de leer y escribir. Se mide de un modo continuo, no como algo que una persona tiene o no tiene. Para algunos objetivos puede ser necesario o deseable marcar un punto por debajo del cual los niveles de competencia se consideran insuficientes, pero el carácter de continuo es un rasgo fundamental.

La adquisición de la competencia es un proceso que se prolonga durante toda la vida, que no sólo se produce en la escuela o mediante la educación académica, sino a través del contacto con la familia, los compañeros, los colegas y la comunidad en general. Para seguir aprendiendo y aplicar lo aprendido al mundo real, se necesita comprender los procesos y principios fundamentales y saber utilizarlos con flexibilidad en distintas situaciones. Ese es el motivo por el que PISA juzga la capacidad de completar tareas relacionadas con la vida cotidiana, que dependen de una comprensión general de conceptos esenciales, en vez de limitar la evaluación al dominio de conocimientos específicos sobre unas materias determinadas.

La *competencia científica* requiere comprensión de conceptos científicos, capacidad para aplicar un punto de vista científico y pensar sobre las pruebas de una manera científica. Según OCDE (2008), sus características distintivas son:

El grado en que un individuo:

- Tiene conocimiento científico y lo utiliza para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basándose en pruebas acerca de problemas relacionados con las ciencias.
- Comprende las características de la ciencia como forma de conocimiento e investigación.
- Es consciente de que la ciencia y la tecnología conforman nuestro medio material, intelectual y cultural.
- Se compromete como ciudadano reflexivo en problemas e ideas relacionados con las ciencias. (p. 23)

PISA 2006 define la *competencia científica* y desarrolla tareas y preguntas para la evaluación de las ciencias que tienen en cuenta cuatro aspectos relacionados entre sí, como son:

1. Los conocimientos o la estructura de los conocimientos que los estudiantes necesitan adquirir (por ejemplo, su familiaridad con los conceptos científicos).
2. Las competencias que los alumnos han de aplicar (por ejemplo, cuando desarrollan un proceso científico determinado).
3. Los contextos en los que los alumnos se enfrentan a problemas científicos y aplican los conocimientos y habilidades necesarios (por ejemplo, la toma de decisiones sobre su vida privada o la comprensión de la situación mundial).
4. La actitud y disposición de los alumnos hacia las ciencias.

En el diseño y formulación de PISA y, especialmente en su versión 2006, se dio una gran importancia a las actitudes de los alumnos hacia la ciencia, a la vez que evalúa las habilidades cognitivas de los jóvenes y sus conocimientos en el área de ciencias. La prueba buscó recabar información sobre el interés que los asuntos científicos despiertan en ellos, cuánto deseo tienen de profundizar en temas de la ciencia y qué despierta, o activa, se encuentra su curiosidad científica.

La definición de *competencia científica* de PISA 2006 puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados (OCDE 2006, p.26):

a. *Capacidades*: acreditar que se poseen una serie de capacidades o *sub-competencias* científicas, como identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente y extraer conclusiones basadas en pruebas.

b. *Conocimientos*: comprender el mundo natural por medio del conocimiento científico, en el que se incluye tanto el conocimiento del mundo natural como el conocimiento acerca de la propia ciencia.

c. *Contexto*: reconocer las situaciones de la vida dotadas de un contenido científico y tecnológico.

d. *Actitudes*: mostrar interés por la ciencia, respaldar la investigación científica y contar con la motivación necesaria para actuar de forma responsable en relación, por ejemplo, con los recursos naturales y los ambientes.

En el presente trabajo se asumió que los estudiantes universitarios de la muestra objeto de investigación han desarrollado actitudes que los hacen proclives a atender los asuntos científicos y a adquirir y aplicar el conocimiento científico y tecnológico en su beneficio personal y en el beneficio de la sociedad. Por lo precedentemente mencionado, en esta tesis no se incluyó el tema de las actitudes.

A continuación se describen los tres primeros aspectos anteriormente mencionados.

a. Capacidades Científicas (*sub-competencias científicas*)

De acuerdo con la definición de los especialistas convocados por la OCDE, la *competencia científica* incluye los conocimientos científicos y el uso que de éstos haga un individuo para: identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar los fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias, sobre asuntos relacionados con la Ciencia.

Las tres *sub-competencias científicas* implicadas en la definición anterior, tal como se aplicaron en la evaluaciones de los años 2006 y 2009, se fundamentaron en la lógica, el razonamiento y el análisis crítico. Lo que sigue es una explicación más detallada de las mismas. (OCDE, 2006; OECD, 2009).

Identificar cuestiones científicas

Lo esencial en este caso es distinguir entre las cuestiones y contenidos científicos y otros tipos de cuestiones como son:

- Reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente.
- Identificar términos clave para la búsqueda de información científica.
- Reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

El aspecto más importante es que las cuestiones científicas, deben poder resolverse mediante respuestas basadas en pruebas de carácter

científico. La capacidad de identificar cuestiones científicas implica reconocer interrogantes que pueden ser investigados científicamente en una situación dada e identificar términos clave para buscar información científica sobre un determinado tema.

Incluye asimismo la capacidad de reconocer los rasgos característicos de una investigación de corte científico: por ejemplo, qué elementos deben ser comparados, qué variables deberían modificarse o someterse a control, qué información complementaria se requiere o qué medidas han de adoptarse para recoger los datos que hacen al caso.

Explicar fenómenos científicamente

Respecto a este segundo aspecto referido a las capacidades, se diferencian:

- Explicar fenómenos científicos.
- Aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada.
- Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios.
- Identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.

Los alumnos acreditan la capacidad de explicar sucesos científicamente aplicando el conocimiento de la ciencia adecuado a una determinada situación. Esta capacidad implica describir o interpretar fenómenos y predecir cambios, y puede incluir asimismo la capacidad de reconocer o identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas al caso.

Utilizar pruebas científicas

Respecto a esta tercera *sub-competencia*, se tienen en cuenta:

- Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones.
- Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones.
- Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos.

La capacidad de utilizar pruebas científicas requiere que los alumnos capten el sentido de los hallazgos científicos con el fin de utilizarlos como pruebas para realizar afirmaciones o extraer conclusiones.

La respuesta requerida puede entrañar conocimiento acerca de la ciencia, conocimiento de la ciencia o ambos.

Utilizar pruebas científicas conlleva la capacidad de acceder a la información científica, así como la elaboración de argumentaciones y conclusiones basadas en pruebas científicas (Osborne, Erduran, Simon & Monk, 2001).

b. Conocimiento Científico

El conocimiento científico hace referencia tanto al *conocimiento de la ciencia* (conocimiento sobre el mundo natural) como al *conocimiento acerca de la ciencia* en sí misma.

Conocimiento de la ciencia

Dado que la evaluación en ciencias de PISA 2006 sólo puede evaluar una muestra del conocimiento de la ciencia que poseen los alumnos, es importante establecer unos criterios claros a la hora de seleccionar los conocimientos que se van a evaluar. Ha de tenerse en cuenta, además, que el objetivo de PISA es describir en qué medida los alumnos son capaces de aplicar sus conocimientos a aquellos contextos que son relevantes para sus vidas. En consecuencia, los conocimientos de contenidos y conceptos evaluados se seleccionarán entre los campos de la Física, la Química, las Ciencias Biológicas, las Ciencias de la Tierra y del Espacio y la Tecnología, atendiendo a los siguientes criterios:

- Relevancia para las situaciones vitales: el conocimiento científico se distingue por el grado de utilidad que tiene para la vida de los individuos.
- Los conocimientos seleccionados deben representar conceptos científicos importantes y, por tanto, de una utilidad duradera.
- Los conocimientos seleccionados deben ser adecuados al nivel de desarrollo de los alumnos.

De las categorías del conocimiento de la ciencia en PISA 2006 (OCDE 2006, p. 33) y con base en las características de las carreras de Bioquímica y Biotecnología se seleccionaron para este trabajo los Sistemas físicos y los Sistemas vivos, cuyos contenidos mínimos se señalan resumidamente a continuación.

Sistemas físicos

- Estructura de la materia (por ejemplo, modelo corpuscular, enlaces).
- Propiedades de la materia (por ejemplo, cambios de estado, conductividad térmica y eléctrica).
- Cambios químicos de la materia (por ejemplo, reacciones, intercambio de energía, ácidos, bases).
- Movimientos y fuerzas (por ejemplo, velocidad, aceleración, fricción).
- La energía y su transformación (por ejemplo, conservación, pérdida, reacciones químicas).
- Interacciones de la energía y la materia (por ejemplo luz, sonido, seísmos).

Sistemas vivos

- Células (por ejemplo, estructura y función, ADN, plantas y animales).
- Seres humanos (por ejemplo, salud, nutrición, subsistemas -es decir, digestión, respiración, circulación, excreción, y sus relaciones-, enfermedades, reproducción).
- Poblaciones (por ejemplo, especies, evolución, biodiversidad, variación genética).

- Ecosistemas (por ejemplo, cadenas tróficas, flujo de materia y energía).
- Biosfera (por ejemplo, servicios del ecosistema, sostenibilidad).

Conocimiento acerca de la ciencia

En PISA 2006 (OCDE 2006, p. 34) se muestran las categorías y los ejemplos de contenido del *conocimiento acerca de la ciencia*. La primera de estas categorías, la «Investigación científica», se centra en la investigación considerada como uno de los procesos esenciales de las ciencias, así como en los diversos componentes de dicho proceso. La segunda categoría, que se encuentra estrechamente ligada a la investigación, la constituyen las «Explicaciones científicas». Las explicaciones científicas son un resultado de la investigación científica. Se podría pensar en la investigación como el método propio de la Ciencia.

Investigación científica

- Origen (por ejemplo, curiosidad, interrogantes científicos).
- Propósito (por ejemplo, obtener pruebas que ayuden a dar respuesta a los interrogantes científicos, las ideas/modelos/teorías vigentes orientan la investigación).
- Experimentos (por ejemplo, diversos interrogantes sugieren diversas investigaciones científicas, diseño de experimentos).
- Tipos de datos (por ejemplo, cuantitativos [mediciones], cualitativos [observaciones]).
- Medición (por ejemplo, incertidumbre inherente, reproducibilidad, variación, exactitud/precisión de los equipos y procedimientos).
- Características de los resultados (por ejemplo, empíricos, provisionales, verificables, falsables, susceptibles de autocorrección).

Explicaciones científicas

- Tipos (por ejemplo, hipótesis, teorías, modelos, leyes).
- Formación (por ejemplo, representación de datos; papel del conocimiento existente y nuevas pruebas, creatividad e imaginación, lógica).
- Reglas (por ejemplo, han de poseer consistencia lógica y estar basadas en pruebas, así como en el conocimiento histórico y actual).
- Resultados (por ejemplo, producción de nuevos conocimientos, nuevos métodos, nuevas tecnologías; conducen a su vez a nuevos interrogantes e investigaciones).

c. Situaciones y Contexto

A la hora de tratar cuestiones de carácter científico, la elección de los métodos y las representaciones, a menudo, dependen de las situaciones en las que dichas cuestiones se presentan.

La situación es la parte del universo del estudiante en que se sitúan las tareas o ejercicios que se han de realizar. A este respecto, conviene señalar que los ejercicios de evaluación no se limitan a los escenarios propios del entorno escolar, sino que se presentan enmarcados en una serie de

situaciones comunes de la vida real. En la evaluación PISA 2006, los ejercicios están centrados en situaciones relacionadas con el yo, la familia y los grupos de compañeros (*personal*), la comunidad (*social*) y la vida a escala mundial (*global*). Otro tipo de situación, que puede ser adecuada para algunos temas, es la *histórica*, a través de la cual se puede evaluar el grado de comprensión de los avances del conocimiento científico.

Las áreas de aplicación se extraen de un abanico de situaciones de la vida que, en términos generales, concuerdan con las de la *competencia científica* definidas en los marcos de la evaluación de PISA 2000 y 2003 (OCDE, 2002 y 2004). Estas áreas de aplicación son: «la salud», «los recursos naturales», «el medio ambiente», «los riesgos» y «las fronteras de la ciencia y la tecnología». Se trata de unas áreas en las que la *competencia científica* resultará de gran valor para los individuos y las comunidades a la hora de mejorar y mantener los niveles de calidad de vida y de desarrollar políticas públicas.

La evaluación en ciencias de PISA no es una evaluación de contextos. En ella se evalúan las capacidades, conocimientos y actitudes, según se presentan o se relacionan con unos determinados contextos.

A la hora de seleccionar, es importante tener presente que lo que se pretende evaluar mediante la presente investigación es la *competencia científica*, el grado de asimilación de los conocimientos que adquieren los alumnos al ingresar a los estudios universitarios y al llegar al final de la etapa del Ciclo Básico.

De acuerdo con los contextos de la evaluación en ciencias definidos en PISA 2006 (OCDE 2006, p. 28), para esta investigación se seleccionaron las áreas de aplicación *Salud y Medio Ambiente* (Cuadro C.1.2.2.1).

Cuadro C.1.2.2.1. Áreas de aplicación seleccionadas (Extraído y Resumido de OCDE, 2006 p. 28)

Áreas de aplicación	CONTEXTOS		
	Personal (yo, familia y compañeros)	Social (la comunidad)	Global (la vida en todo el mundo)
Salud	Conservación de la salud, accidentes, nutrición.	Control de enfermedades, transmisión social, elección de alimentos, salud comunitaria.	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas.
Medio ambiente	Comportamientos respetuosos con el medio ambiente, uso y desecho de materiales.	Distribución de la población, eliminación de residuos, impacto medioambiental, climas locales.	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control demográfico, generación y pérdida de suelos.

La universalidad que le da a PISA el hecho de no estar ligado a los *currículos* y a los planes de estudio específicos no implica una indiferencia frente al contexto.

En particular, PISA 2006 es un estudio importante, internacional, que considera la competencia en ciencias y pone un mayor énfasis en su conocimiento, como un aspecto que establece las tendencias futuras del rendimiento en las mismas. Las principales áreas de evaluación para la competencia en ciencias de PISA 2006 se resumen en el Cuadro C.1.2.2.2.



Cuadro C.1.2.2.2. Resumen de las Áreas de evaluación para competencia en ciencias de PISA 2006 (Extraído y Resumido de OCDE, 2008 p. 23)

CIENCIAS			
Definición y características distintivas	Contenido del Conocimiento (Categoría del Conocimiento)	Destrezas Implicadas (Capacidades-sub-competencias)	Contexto y situaciones (Contexto - Área de aplicación)
<p>El grado en que un individuo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiene conocimiento científico y lo utiliza para identificar cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basándose en pruebas acerca de problemas relacionados con las ciencias. • Comprende las características de la ciencia como forma de conocimiento e investigación. • Es consciente de que la ciencia y la tecnología conforman nuestro medio material, intelectual y cultural. • Se compromete como ciudadano reflexivo en problemas e ideas relacionados con las ciencias. <p>La <i>competencia científica</i> requiere comprensión de conceptos científicos, capacidad para aplicar un punto de vista científico y pensar sobre las pruebas de una manera científica.</p>	<p>Conocimiento de la ciencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas físicos. • Sistemas vivos. • Sistemas terrestres y espaciales. • Sistemas tecnológicos. <p>Conocimiento acerca de la ciencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación científica. • Explicaciones científicas. 	<p>Tipo de tarea o proceso científico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar cuestiones científicas. • Explicar fenómenos científicos. • Utilizar pruebas científicas. 	<p>El área de aplicación de la ciencia, centrándose en sus usos relacionados con situaciones personales, sociales y globales, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salud. • Recursos naturales. • Medio ambiente. • Riesgo. • Fronteras de la ciencia y la tecnología.

C.1.2.3. RELEVANCIA PARA EL ÁMBITO EDUCATIVO

Las actuales orientaciones curriculares basadas en puntos de vista constructivistas del aprendizaje y de la enseñanza de la ciencia, implican que los docentes deben tener amplia autonomía para tomar decisiones y en concreto, diseñar propuestas didácticas y materiales de aprendizaje para aplicar en clase, con sus alumnos y alumnas. Ello no excluye la utilidad de materiales didácticos y libros de texto ya diseñados, pero cualquiera de ellos deberá ser readaptado y completado para poder dar respuesta a las necesidades detectadas en cada aula.

El proceso de concebir, desarrollar y adoptar innovaciones curriculares implica identificar las competencias deseadas de acuerdo con los objetivos, recursos y necesidades institucionales. En una innovación curricular es necesario tener en cuenta tanto la forma, como lo que se enseña, como así también involucrar a quienes implementarán y mantendrán los cambios (Carroll, 2013).

Biggs (2005, p. 23) resalta: "La buena enseñanza consiste en conseguir que la mayoría de los estudiantes utilicen los procesos de nivel cognitivo superior que usan de forma espontánea los estudiantes más académicos". Más adelante, este autor expresa que a los profesores universitarios no les faltan teorías relacionadas con el contenido de su disciplina (aunque éstas sean provisionales y/o controvertidas), sino teorías bien estructuradas relacionadas con la enseñanza de la misma. Es necesario, por lo tanto, establecer espacios en los que puedan reflexionar para adquirir una teoría explícita de la enseñanza que les permita ver lo que está mal y cómo puede mejorar su práctica docente. Esa práctica reflexiva e innovadora es la base de la profesionalidad para llegar a ser un mejor profesor (Shön, 1992).

El aprendizaje de la ciencia requiere un diseño y una intervención en la instrucción. Si se ha de enseñar para que los estudiantes puedan aprender, va a ser necesario diseñar cuidadosamente lo que se ha de enseñar, cómo hacerlo y para qué hacerlo. Por lo tanto la docencia ha de facilitar que los estudiantes puedan establecer relaciones significativas entre las teorías químicas, las intervenciones experimentales que pueden llevar a cabo y los lenguajes con los que hablar de ellas.

Desde las ideas que aportan la investigación y la innovación en Didáctica de las Ciencias, se considera al docente como un profesional que debe estar capacitado para crear entornos de aprendizaje, a partir del contexto en el que se desarrolla su actividad, que respondan a las nuevas necesidades que presenta una sociedad cada vez más compleja y cambiante. El nuevo profesional necesita información que le facilite esta tarea.

Marco Stiefel (2008), argumenta que los autores que han profundizado en el tema de las competencias afirman que el proceso de su construcción tiene dos pasos que no tienen por qué ser simultáneos, pero sí estar interrelacionados: uno es el de la movilización de las fuentes y recursos cognitivos, y otro el de la transferencia de los aprendizajes. Dicha autora considera que las capacidades movilizan saberes limitados, normalmente de tipo procedimental y que las competencias, por el contrario, se apoyan en

saberes amplios y explícitos entre los que se incluyen posibilidades de abstracción, generalización y transferencia.

Las soluciones que aportan los expertos en relación con la movilización y la transferencia son: trabajo con una metodología de proyectos, enfrentar regularmente al alumnado con situaciones problemáticas, normalmente contextualizadas, e incorporación de actividades no convencionales a las clases.

Según Zabala y Arnau (2007), enseñar y/o desarrollar competencias implica utilizar formas de enseñanza consistentes en dar respuestas a situaciones cercanas a la vida real, en un complejo proceso de construcción personal con ejercicios de progresiva dificultad y ayudas, según las características diferenciales del alumnado. En este sentido, estos autores, proponen que aprender competencias exige adoptar una visión educativa que no se centre exclusivamente en el conocimiento que aportan los saberes científicos sino que, además, tenga en cuenta el carácter metadisciplinar de la mayoría de sus componentes. Por lo cual, las estrategias metodológicas para la enseñanza de las competencias deben tener un enfoque globalizador y disponer de los medios de evaluación específicos para cada uno de sus componentes.

Optar por una educación en competencias representa la búsqueda de estrategias de enseñanza que sitúen su objeto de estudio en la forma de dar respuesta a situaciones reales y por lo tanto complejas. Dado que estas situaciones reales nunca serán aquellas en las que se va a encontrar el alumno en el aula, podríamos aceptar en todo caso que estas competencias pueden enseñarse o desarrollarse como esquemas de actuación que han sido caracterizados como "aprendizaje situado" (Brown, Collins & Duguid, 1989; Lave & Wenger, 1991): la movilización de los conocimientos y la transferencia de los aprendizajes.

Los objetivos para la enseñanza de las ciencias están tanto relacionados con saber ciencias, como con hacer ciencias (Jiménez Aleixandre, 2000). Desde este punto de vista, dicha autora, señala la especial importancia de la resolución de problemas: "Se entiende por problemas auténticos los que implican una situación con un cierto grado de complejidad y contextualizada en la vida real". (Jiménez Aleixandre, 2000, p. 180). La movilización se entrena en situaciones complejas, aplicar lo que se sabe en un determinado contexto es revelador del paso a la competencia.

En ese sentido, Garrido Romero, Perales Palacios y Galdón Delgado (2008), opinan que el hecho de que la ciencia no se aprenda en su contexto representa la mayor dificultad para la enseñanza de la misma. En palabras de estos autores: "En el caso de la Ciencia las herramientas son los conceptos que se van a utilizar para resolver problemas científicos, utilizando metodologías adecuadas en el contexto de la investigación práctica". (p. 43)

Las investigaciones en didáctica de la Química y las experiencias de innovación curricular, proporcionaron fundamentos para comprender mejor las dificultades en el aprendizaje y en las estrategias para abordar de una manera más eficaz la enseñanza de esta disciplina (Gabel, 1999; Caamaño, 2003, 2011; Benarroch Benarroch, 2010; Garritz, 2010).

Los conocimientos de Química deseables para enseñar a los estudiantes son ricos, complejos y multifacéticos. Sin embargo, en muchas escuelas y universidades predominan enfoques rígidos y unidimensionales del currículo de Química. Desde la perspectiva de Talanquer (2013), existen 10 facetas que revelan el carácter multidimensional de la naturaleza de la Química como materia de enseñanza. Este punto de vista enriquece y abre el camino para diversas revisiones de los planes de estudios de la Química.

Izquierdo Aymerich (2004), presenta dos posibles causas en la crisis de la enseñanza de la Química. En primer lugar, su presentación de manera demasiado dogmática, definiendo entidades que sólo tienen sentido para los químicos, y no planteando situaciones en las cuales la explicación química resulte relevante. En segundo lugar, que quizás no se tienen en cuenta las dificultades conceptuales que se derivan del desajuste entre la teoría y sus ejemplos, modelos o campos de aplicación. Para que el cambio tan necesario en la enseñanza se produzca, también las clases universitarias han de proporcionar un conocimiento que se pueda aplicar y recursos para aprender a aprender y así continuar haciéndolo toda la vida.

Yore y Treagust (2006) enfatizan que los estudiantes tienen que ser capaces de utilizar las habilidades básicas del lenguaje para poder aprender el contenido de la materia. Esta problemática se agrava cuando los estudiantes tienen que aprender un tema específico con el lenguaje de las clases de Química.

Diseñar una propuesta didáctica y llevarla a la práctica, es decir, decidir qué se va a enseñar, cómo y para qué, es la actividad más importante que deberían llevar a cabo los profesores, ya que a través de ella se concretan sus ideas y sus intenciones educativas. Debemos conocer los obstáculos que se presentan y hacer uso eficaz de las estrategias didácticas y recursos para ayudar a superarlos.

En este estudio se utilizó el concepto de *competencia científica* para obtener una idea orientadora lo más cercana a la realidad próxima y así poder plasmarlo, en un futuro cercano, en la planificación de secuencias o unidades didácticas de enseñanza y aprendizaje en el área de Química recuperando: los modelos de diseño y planificación (Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez, 1993; De Pro Bueno, 1999; Domínguez Castiñeiras, et al., 2007), los criterios para la toma de decisiones (Sanmartí, 2000), las ideas y experiencias (Pedrinaci Rodríguez, et al., 2012) y los proyectos que *contextualizan el contenido* y el *enfoque indagatorio* (Caamaño y Guitart, 2011). En este sentido, se considera necesario utilizar varias estrategias que compaginen presentaciones expositivas del profesor con propuestas de actividades variadas a los alumnos. Cañas, Martín-Díaz, y Niedo (2007), ilustran estas consideraciones metodológicas generales en su diseño de actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

C.1.3. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

De lo indicado hasta aquí se deriva la importancia que ha adquirido la *competencia científica* y el contexto de aprendizaje en los nuevos *currículos*. De este modo el objetivo del presente trabajo fue: evaluar con qué *competencia científica* ingresan los estudiantes en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (primer curso de las carreras de Bioquímica y de Biotecnología) y constatar en qué medida se ha desarrollado dicha

competencia, durante el cursado del Ciclo Básico de las carreras mencionadas.

Sería deseable que el presente trabajo planteara nuevas cuestiones que pudieran dar lugar a eventuales revisiones de los *currículos* y a futuras investigaciones en pos de mejorar la didáctica de ciertos temas relevantes para los perfiles profesionales de los Bioquímicos y Biotecnólogos.

Cabe destacar que la enseñanza es una función secundaria de la mayoría de los científicos de la Universidad que, por lo general, desarrollan habilidades de enseñanza como consecuencia de su práctica docente. A veces, la limitada formación en metodología de la enseñanza de las ciencias y, por lo general, la escasa participación de los profesores universitarios de ciencias en la investigación sobre la enseñanza de las mismas, se pone de manifiesto en Dehaan (2005).

Consecuentemente, se consideró relevante investigar la *competencia científica*, desde la perspectiva PISA 2006 (OCDE, 2008), en el nivel universitario argentino, específicamente en el Ciclo Básico de las Carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina).

Teniendo en consideración lo anterior y la definición y características de lo que Bunge (1981) denomina problemas de investigación, se formularon los correspondientes a la presente tesis doctoral.

C.1.3.1. ¿Cuál es el nivel de competencia científica con el que ingresan los alumnos en las carreras de Bioquímica y Biotecnología?

C.1.3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia científica adquirido cuando terminan el Ciclo Básico de las mismas?

C.1.3.3. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la competencia científica de los estudiantes en ambas orientaciones universitarias?

C.1.3.4. ¿Cuáles sub-competencias científicas, podrían orientar sobre las prioridades para una enseñanza de calidad?

C.1.3.5. ¿Cómo influyen en el rendimiento de la competencia científica ciertas características del contexto sociocultural de los alumnos?

C.1.3.6. ¿Cómo se relaciona el rendimiento académico con el correspondiente en la competencia científica?

C.1.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Como se puso de manifiesto en el apartado C.1.1. *Origen de la investigación*, el objetivo principal de esta investigación fue indagar, en un estudio longitudinal, si una muestra de alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) adquirió una determinada *competencia científica*, desde la perspectiva PISA 2006 (OCDE, 2008), durante los correspondientes cursos de instrucción universitaria del Ciclo Básico.

Se consideró que el desarrollo de dicho estudio requiere la formulación de diversas hipótesis que guardan relación con los problemas que se hicieron explícitos en el apartado indicado.

Se seleccionó una secuencia de hipótesis que se ajusta a la evolución temporal en la que se trabajó, consecuentemente el orden en el que aparecen no define su importancia. Se formularon seis hipótesis:

- La primera, referida a las condiciones iniciales.
- La segunda, al seguimiento.
- La tercera, a los resultados comparativos entre las carreras.
- La cuarta, a los resultados comparativos entre las *sub-competencias científicas*.
- La quinta, al contexto sociocultural.
- La sexta, al rendimiento académico.

C.1.4.1. Primera hipótesis de investigación (HI1)

En el diseño experimental es importante determinar las condiciones iniciales de los estudiantes. Por lo tanto, fue necesaria la caracterización preliminar de la muestra al comienzo de esta investigación. Se indagó la *competencia científica* de los sujetos de la muestra a estudiar, cuando ingresan a las carreras de Bioquímica y Biotecnología.

Por ello se formuló la siguiente primera hipótesis de investigación:

Antes del inicio de los estudios universitarios la competencia científica de los estudiantes es, desde el punto de vista de PISA, insuficiente.

Los resultados se obtendrán a partir de las respuestas al primer instrumento de recolección de datos que consta de dos cuestionarios: uno llamado de *contexto* (datos personales y características socioculturales) y otro de *competencia científica* propiamente dicho.

C.1.4.2. Segunda hipótesis de investigación (HI2)

Para dar respuesta al segundo problema de investigación se estableció la puesta en práctica del seguimiento a través de los distintos períodos lectivos y el cursado de asignaturas de Química correspondientes al Ciclo Básico de las carreras aquí mencionadas.

Los resultados se obtendrán a partir de las respuestas de los alumnos a los diferentes cuestionarios que indagarán la *competencia científica* en determinadas asignaturas de Química en las distintas etapas de instrucción del Ciclo Básico.

En consecuencia la segunda hipótesis de investigación se formuló como sigue:

El avance en las carreras universitarias, favorece la adquisición y desarrollo de la competencia científica.

C.1.4.3. Tercera hipótesis de investigación (HI3)

Para la resolución del tercer problema de investigación se analizaron los resultados obtenidos de los cuestionarios en cada etapa. Los mismos son complementarios a los de la HI2, pero se diferencian en que los datos se comparan entre Bioquímica y Biotecnología.

Como el Ciclo Básico es común en ambas carreras, la tercera hipótesis de investigación se formuló como sigue:

El desarrollo de la competencia científica no difiere sustancialmente entre las dos orientaciones universitarias.

C.1.4.4. Cuarta hipótesis de investigación (HI4)

Para conocer qué *sub-competencias científicas* podrían orientar y establecer las prioridades para una enseñanza de calidad, se han de comparar los resultados de las *sub-competencias científicas*, en cada carrera y en cada etapa del estudio.

En consecuencia, la cuarta hipótesis de investigación se definió así:

Después de las etapas objeto de investigación, los estudiantes han progresado por igual en las tres sub-competencias científicas, respecto de las iniciales, no siendo prioritaria ninguna de ellas.

C.1.4.5. Quinta hipótesis de investigación (HI5)

Para indagar si existen ciertas características del contexto sociocultural de los estudiantes que pudieran tener influencia en el rendimiento en la *competencia científica*, se elaboró un cuestionario que recabó información acerca de los siguientes indicadores: la edad, el género (a través del nombre), la procedencia, el establecimiento educativo del que proviene (modalidad con la que finalizó los estudios y si es público o privado), y el perfil educativo y ocupación de los padres.

Por ello se formuló la siguiente hipótesis de investigación:

No existen relaciones entre las variables socioculturales investigadas y el rendimiento en la competencia científica.

C.1.4.6. Sexta hipótesis de investigación (HI6)

Ahora bien, el rendimiento de los estudiantes, suele ser definido en un sentido estricto, interno e inmediato al que se ha llamado *notas*. Es cierto que las investigaciones sobre rendimiento académico en la enseñanza superior tienden a coincidir en lo impreciso que resulta identificar el rendimiento académico con las *notas*. Tejedor Tejedor y García-Valcárcel Muñoz-Repiso (2007), plantean una concepción amplia del rendimiento académico: calificaciones, tasas de éxito/fracaso (individuales y colectivas), actitudes y satisfacción. No obstante estas consideraciones, las calificaciones o *notas* (indicador de la certificación de logros), parecen ser el mejor indicador o, al menos, el más accesible para definir el rendimiento académico (Rodríguez, Fita y Torrado, 2004).

Como el rendimiento académico se mide mediante *notas* tanto en el Curso de Articulación de Química (prueba exigida por la Universidad Nacional de Litoral, Argentina, para ingresar a las carreras intervinientes), como en cada una de las diferentes asignaturas de Química propias de las carreras aquí mencionadas, interesa conocer las relaciones entre dichos resultados con los que arroje la presente investigación.

De esta forma se postuló la sexta hipótesis de investigación:

Los resultados en la competencia científica coinciden con los logros académicos.

C.1.5. PLAN DE TRABAJO

Una vez establecidos los problemas de investigación e hipótesis, se procedió a establecer el plan de trabajo correspondiente para la resolución de los mismos. Se realizó el estudio longitudinal en tres períodos lectivos del Ciclo Básico, en dos carreras universitarias (Bioquímica y Biotecnología), para indagar la *competencia científica* y posibles relaciones que lleven a los resultados que se encuentren.

Se trató de una investigación donde se emplearon cuestionarios diseñados *ad hoc*, que se describen más adelante. La investigación se trató de una estrategia, encuadrada en la perspectiva cuanti-cualitativa, basada en la recogida de datos de una población, apropiada para responder a los objetivos que se plantean para este estudio (Cohen y Manion, 2002; McMillan y Schumacher, 2005).

En el plan de trabajo se establecieron seis fases:

Fase 1: Preparación de la fase experimental.

- *Identificación de los problemas de investigación.*
- *Identificación de las estrategias de resolución.*
- *Revisión de la información existente sobre la materia y el área.*
- *Muestreo.*

Para la identificación de los problemas de investigación, se estimó conveniente explorar, a partir de los documentos oficiales de los *currículos*, los Planes de Estudios, el Sistema de Correlatividades y el Régimen Único de Enseñanza de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas/ Escuela Superior de Sanidad de la Universidad Nacional del Litoral, tanto de las carreras de Bioquímica y Biotecnología. Ver *Anexo 1: Planes de estudio. Correlatividades. Régimen Único de Enseñanza.*

Los estudios para obtener el título de Bioquímico que otorga la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral - Argentina (Validez Nacional por Resolución Nº 1.567/1980 del Ministerio de Cultura y Educación) tienen una duración de 5 años. El perfil del título es:

Puede ejercer la dirección de Laboratorios de Análisis Clínicos; interpretar y realizar análisis microbiológicos, farmacológicos, clínicos, bromatológicos, toxicológicos y químicos-legales. También está capacitado para actuar como asesor, consultor y perito en problemas relacionados con su disciplina. Puede asesorar en la determinación de las especificaciones técnicas, de higiene y seguridad que deben reunir los ambientes en los que se realizan análisis.

Puede ser personal científico de laboratorios relacionados con la industria farmacoquímica, farmacéutica y alimentaria. Los análisis realizados por el profesional se aplican tanto a seres vivos como a materiales extraíbles de ellos, así como a alimentos, medicamentos y productos biológicos. El bioquímico puede intervenir también en la confección de normas y leyes relacionadas con la materia y realizar tareas de investigación tanto básica como clínica.

Esta información está disponible en la siguiente dirección web de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina:

<http://www.fbcb.unl.edu.ar/pages/estudios/carreras-de-grado/bioquimica.php> [2009, Enero 18]

Los estudios para obtener el título de Biotecnólogo que otorga la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral - Argentina (Validez Nacional por Res. Nº 1739/1997 del Ministerio de Cultura y Educación) tienen una duración de 5 años. El perfil del título es:

Puede encargarse de la planificación y el desarrollo de los procesos biotecnológicos llevados a cabo en laboratorios, plantas piloto o industriales, como así también del control de calidad de los insumos y productos empleados en ellos. Puede desarrollar y dirigir procesos de producción que impliquen el uso de microorganismos, cultivos celulares u otras moléculas de origen biológico y sintético; desarrollar procedimientos, reactivos y sistemas de diagnóstico que permita determinar enfermedades que afectan la salud humana, animal y vegetal; como así también procesos biológicos para el control y descontaminación de efluentes y para la preservación del medio ambiente.

Está capacitado para realizar tareas de investigación, especialmente en el campo de los bioprocesos, la genética, la biología molecular y celular, entre otros; realizar asesoramientos técnicos y científicos sobre la valorización de recursos biológicos y bioquímicos aprovechables; realizar relevamientos, asesoramientos y peritajes técnicos y científicos en áreas de la biología y la microbiología a nivel molecular y celular.

Esta información está disponible en la siguiente dirección web de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina:

<http://www.fbcb.unl.edu.ar/pages/estudios/carreras-de-grado/lic.-en-biotecnologia.php> [2009, Enero 18]

Para la identificación de las estrategias de resolución se recogió información por medio de cuestionarios escritos durante el Ciclo Básico de dichas carreras.

Se realizó la búsqueda bibliográfica pertinente al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Química.

El muestreo se efectuó siguiendo las recomendaciones de la metodología de investigación educativa.

Fase 2: Aplicación de las estrategias de recogida de la información.

Es sabido que la evaluación, educativa en general y la de competencias en particular, es difícil que pueda estimarse únicamente con pruebas escritas. Se debe evaluar tanto el proceso como el producto. Para ello, se requieren múltiples medios, como por ejemplo: observaciones, elaboración de proyectos, ejecuciones del alumnado, procesos de autoevaluación, portafolios y simulaciones, entre otros.

Conscientes de estas limitaciones, en este estudio longitudinal, se optó por pruebas diagnósticas escritas y para recoger la información fue preciso diseñar los siguientes instrumentos:

a) Con el objetivo de caracterizar la *competencia científica* de los alumnos, se elaboraron cuatro cuestionarios tomando como base las pruebas seleccionadas de PISA 2006 y teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- Adaptar las pruebas seleccionadas al nivel universitario.
- Solicitar al alumnado el uso de modelos de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los conocimientos químicos según Johnstone (1982, 1991).

Uno de los principales problemas para la enseñanza y aprendizaje de las representaciones es la falta de acuerdo general en la terminología. Existe abundante bibliografía y diversidad de términos para referirse a los niveles de representación (Por ejemplo: Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1987; Dori & Hameiri, 2003; Gabel, Samuel & Hunn, 1987; Johnstone, 1993, 2000, 2010; Nakhleh & Krajcik, 1994; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003).

- Analizar cómo utilizan el concepto de ácido, a modo de hilo conductor, en dos temas distintos (lluvia ácida y caries).

- Analizar las tres *sub-competencias científicas* mencionadas y conocimientos del alumnado, no actitudes.

b) Se pretendió caracterizar al alumnado mediante algunas preguntas de datos personales, para lo cual se diseñó un cuestionario de contexto.

Ver Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información.

Fase 3. Estrategia para el análisis de la información.

Se elaboró una estrategia de análisis, ésta consistió en codificar los datos, lo cual admite la transformación de la información recogida, a través de categorías taxonómicas, que permiten la visión de regularidades de la misma.

La información generada se puntuó según criterios diseñados para tal fin. Este criterio de puntuación se presenta en letra cursiva luego de cada pregunta de cada uno de los cuestionarios de *competencia científica*. Ver *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*.

Fase 4. Validez del instrumento y fiabilidad de las mediciones.

Estos procesos se aplican con la finalidad de evaluar la consistencia del diseño de los instrumentos que se usaran para el acopio y recolección de la información necesaria para la ejecución de una investigación.

La validez y la fiabilidad son dos conceptos que, en ocasiones, actúan en sentido contrario.

Validez

Se entiende por validación de pruebas el proceso que lleva a establecer la validez de las mismas y que consiste en determinar si una prueba evalúa lo que se supone que debe evaluar. De ahí la importancia de establecer, cuando se diseña una prueba, para qué se va a utilizar y cuál es el propósito para el que se elabora. La validez, por tanto, consiste en el grado de adecuación de una prueba -o de una de sus partes- a lo que se considera que mide.

Debe considerarse que aunque una prueba se haya demostrado válida para la obtención de un objetivo determinado, es decir, para el propósito para el que se diseñó, puede no serlo si se utiliza con un objetivo distinto o se aplica a unos candidatos diferentes de los que inicialmente eran los destinatarios de la misma.

La validación de una prueba puede realizarse de distintas formas, siguiendo diferentes procesos, que los expertos denominan tipos de validez.

De lo anterior se desprenden dos características: 1) la validez de una prueba está necesariamente ligada al propósito para el que ésta fue diseñada, una prueba válida para un propósito puede no serlo para otro; y 2) no es un concepto absoluto, las pruebas no son válidas o inválidas, sino válidas en mayor o menor grado, para medir lo que pretenden, y en una población determinada.

Existen distintos métodos para determinar la validez. La diferencia básica entre los distintos tipos de validez corresponde a la establecida entre la *validez interna* y la *externa*. Los métodos internos (tipos de validez interna), establecen la validez de una prueba mediante el análisis de su propio contenido, es decir, contrastándola con las especificaciones de la prueba o con el programa o *currículo* que le sirve de base. Los métodos externos (tipos de validez externa, empírica o de criterio), establecen la validez de una prueba comparándola con los resultados obtenidos por los mismos alumnos con otros instrumentos. Se trata de la aplicación de métodos estadísticos para determinar la relación entre los resultados logrados por los candidatos con el instrumento que se analiza y otras evaluaciones obtenidas por los profesores por distintos procedimientos.

En esta investigación, para el diseño de los instrumentos utilizados para recolectar la información se tomaron como modelo base los reactivos diseñados y el estudio validado de PISA 2006.

Para la validez interna en el diseño de los cuestionarios se ha utilizado el método interno racional o de contenido el cual permite determinar la validez de un instrumento, comprobando si mide aquello para lo que se ha elaborado. Es decir, en este caso, si mide la *competencia científica*. De este modo, para llegar a la versión final de cada uno de los instrumentos de recogida de la información se solicitó, y se agradece, la colaboración de un grupo de expertos del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de Santiago de Compostela (España), y del Departamento de Química General e Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina). Ellos fueron quienes leyeron y consideraron los textos de cada ítem y sus correspondientes claves de corrección.

Fiabilidad

Es un concepto técnico que se refiere a la consistencia y estabilidad de los resultados, es decir, al grado en que se repite el mismo orden con respecto a las calificaciones obtenidas. El concepto designa la estabilidad que proporciona ese instrumento en la obtención de resultados.

Existen distintos métodos para determinar el grado de fiabilidad de un examen, pero todos ellos tienen en común el hecho de comparar los resultados de la prueba, bien con otra, bien consigo misma, y expresar numéricamente, mediante el llamado coeficiente de fiabilidad, el grado en que esos dos conjuntos de resultados son coincidentes. Cuanto más alto es dicho coeficiente, es decir, cuanto mayor es el grado de coincidencia entre los dos grupos de resultados, más fiable resulta la prueba. Así, puede considerarse que, si bien los valores máximos oscilan entre -1 y +1, cuando el coeficiente es inferior a +0.30, la fiabilidad de la prueba es muy baja (los valores negativos no suelen darse); cuando alcanza +0.60, se estima aceptable; y a partir de +0.70, la fiabilidad de la prueba es alta.

Entre los métodos más habituales para medir el grado de fiabilidad de los instrumentos se ha optado por el *Alfa de Cronbach*. Este índice basado en el promedio de las correlaciones entre ítems, presenta la posibilidad de realizar evaluaciones continuas de la fiabilidad ante la exclusión de algún ítem determinado (Aron & Aron, 1999; Ledesma, Ibañez y Mora, 2002; Perez Tejada, 2007).

Los análisis estadísticos de los instrumentos de medida se llevaron a cabo con el paquete estadístico SPSS Statistics 17.0, gracias a la colaboración del Departamento de Matemática de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, Argentina.

El concepto de fiabilidad, por su parte, también se ve modificado en el marco de una investigación de cierto corte cualitativo. El criterio de fiabilidad nos indica el grado en que los resultados se repetirían si repitiéramos la investigación.

Los contextos sociales, culturales e históricos propios de las investigaciones con rasgos cualitativos están en constante transformación. Esto genera un problema a la hora de garantizar la replicabilidad de los resultados. Por ello, a veces en lugar de hablar del criterio de fiabilidad propio del método cuantitativo, se utiliza el criterio de dependencia, esto es, el carácter de vinculación de los resultados a un contexto socioecológico concreto.

Fase 5. Corrección - Estudio de las variables.

Se organizó en tablas la masa de datos obtenidos según los criterios de la Fase 3.

Ver Anexo 3, Datos obtenidos del análisis.

Fase 6. Análisis de resultados y establecimiento de conclusiones e implicaciones.

Finalmente, a partir del análisis de los resultados, se establecieron las conclusiones respecto a los problemas de investigación, y se hicieron explícitas las implicaciones y limitaciones del estudio realizado.



CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

A lo largo de este segundo capítulo se describe la metodología de la investigación, para lo que se han distinguido los siguientes apartados:

C.2.1. *Sujetos y características de la muestra.* Se inicia este apartado con la descripción de la muestra utilizada durante el estudio longitudinal, un grupo de estudiantes, alumnas y alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina).

C.2.2. *Planificación del estudio.* Se hacen explícitas las estrategias de trabajo, a partir de las exigencias que se derivan de las hipótesis formuladas.

C.2.3. *Instrumentos para la recolección de la información.* En este apartado se describe el diseño de los instrumentos para la recolección de la información. Los mismos incluyen cuatro cuestionarios sobre *competencia científica* tomando como modelo el estudio validado de PISA 2006, y otro sobre contexto, contruidos específicamente para esta investigación.

C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información.* Este apartado se refiere a los fundamentos y criterios de los instrumentos de análisis de la información, de los que se infieren el modelo de corrección, la escala de puntuación de la información generada durante la investigación y la transformación a niveles de rendimiento. Las respuestas del alumnado se analizan mediante el soporte de los criterios PISA 2006 y los modelos de representación utilizados en la enseñanza de la Química.

C.2.1. SUJETOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Según los tipos de muestreos (Colás Bravo y Buendía Eisman, 1998; Bisquerra Alzina, 2004), la selección de la muestra se realizó según un muestreo probabilístico estratificado. Las razones para la estratificación fueron buscar homogeneidad dentro de cada estrato, y heterogeneidad entre los estratos. Para la estratificación de la población se tuvo en cuenta la carrera universitaria: Bioquímica y Biotecnología. El total de dos submuestras, constituyó el total de la muestra de la población. En cada submuestra se intentó que la asignación del número de estudiantes fuera la mayor proporción posible del total de inscritos a cada carrera. Por esta razón, para recoger la información, se seleccionaron clases obligatorias en las asignaturas de Química del Ciclo Básico. De esta manera, se trató de asegurar el mayor número de estudiantes asistentes, y así la mayor representatividad de las carreras de Bioquímica y Biotecnología. A este criterio también se le conoce como asignación uniforme de muestreo.

Para poder llevar a cabo la presente investigación, se consideró necesario suponer que:

- Los alumnos ingresantes han finalizado la fase de escolaridad obligatoria y han aprobado el ingreso a la Universidad.

- Durante el paso por el Ciclo Básico de la Universidad (tres primeros años o cursos académicos) los alumnos puedan modificar, de forma significativa, las ideas previas de carácter intuitivo y desarrollen una forma de pensar que, como señala Justi (2006), incluya los principales elementos de nuevos modelos científicos (así como la naturaleza de la ciencia y sus formas de pensamiento asociados) y puedan ser utilizados en otras situaciones, relacionadas o no con las ciencias.

Lo citado anteriormente, convirtió a este grupo como adecuado para valorarlo progresivamente y así, obtener una idea bastante aproximada de la *competencia científica* que se adquiere a lo largo del período educativo investigado.

Este estudio longitudinal exigió seleccionar una muestra y analizar su evolución siguiendo a los individuos a lo largo del tiempo. La ventaja de usar este método fue sostener los grupos equivalentes y como desventaja la dificultad para mantener los sujetos de muestra durante el plazo temporal.

La muestra estudiada estuvo compuesta inicialmente por 84 alumnos ingresantes a los estudios universitarios durante el año 2010.

El número de alumnos de cada sub-muestra se consideró adecuado (mayor al 10% de los inscritos, según la recomendación de Colás Bravo y Buendía Eisman, 1998) y su composición fue la siguiente:

- 47 estudiantes ingresantes a primer año de Bioquímica (alrededor del 43% de un total de 110 inscritos, según las Actas de alumnado de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB), N^o 2275 y 2276 de 2010).

- 37 estudiantes ingresantes a primer año de Biotecnología (cerca del 51% de un total de 73 inscritos, según Acta de alumnado de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB), N^o 2215 de 2010).

Los participantes lo hicieron de forma voluntaria. Sin embargo, existió un requisito para seguir constituyendo parte de la muestra de estudio. Se contempló que cada sujeto se hubiese ajustado a los planes de estudio, y no retrasarse, en lo referente a las asignaturas de Química. De esta forma se acordó el cumplimiento del período de instrucción para poder evaluar la *competencia científica* en ese área disciplinar.

La pérdida de los sujetos de una muestra puede afectar a cualquier investigación y, como indican White & Arzi (2005), la duración de los estudios longitudinales provoca una atrición particularmente probable.

Se indica que, a medida que se desarrollaba esta investigación, y en diferentes etapas de la misma, se produjeron bajas de alumnos inevitablemente. Esto supuso una amenaza para la validez, conclusiones y/o implicaciones de este estudio. Por lo tanto se hizo frente a la deserción y se rastreó a los estudiantes para garantizar al máximo el seguimiento.

Esta disminución en el número de sujetos de la muestra pudo tener varios motivos, a saber:

- Abandono forzoso de los estudios universitarios como consecuencia de la aplicación de la normativa de permanencia vigente.

- Abandono voluntario de los estudios iniciados y no emprendimiento de otros. El mismo pudo ser transitorio o permanente.

- Cambio de Universidad pero con continuidad de los mismos estudios iniciados en la Universidad de origen.

- Cambio de estudios y/o de Universidad (cambio de la carrera y/o universidad inicial).

- No haber cursado por lo menos dos asignaturas de Química pertenecientes a cada año según el Plan de estudios correspondiente.

- Causas personales y/o falta de disposición a contestar los cuestionarios de esta investigación.

Como el interés de esta tesis se centró en el área de la Química, se indica que durante el año 2010 dichos estudiantes podían cursar, además de otras, las siguientes asignaturas: Química General y Química Inorgánica. (Ver *Anexo 1*). Por lo tanto, para proseguir la investigación, quienes habían cumplido con esta premisa constituyeron la muestra a fines de 2010, constituida por 50 alumnos pertenecientes a la misma cohorte que al inicio de dicho año:

- 27 estudiantes de Bioquímica.
- 23 estudiantes de Biotecnología.

A lo largo del año 2011, si los resultados académicos del año anterior habían sido favorables, los estudiantes, además de otras, podían cursar las siguientes asignaturas relacionadas con el conocimiento químico: Química Orgánica I y II, Química Analítica I y/o Fisicoquímica (Ver *Anexo 1*).

Finalizando 2011, se continuó el estudio con un total de 30 alumnos, pertenecientes a la misma cohorte, que habían cursado al menos dos de las cuatro materias mencionadas en el párrafo anterior:

- 17 estudiantes de Bioquímica.
- 13 estudiantes de Biotecnología.

Durante 2012, los estudiantes debían haber cursado Química Analítica II y Química Biológica. (Ver *Anexo 1*). Por lo tanto, para proseguir la investigación, quienes habían cumplido con esta premisa constituyeron la muestra en noviembre de dicho año. En este momento de la investigación, el número de sujetos, pertenecientes a la misma cohorte, fue de 24 alumnos:

- 15 estudiantes de Bioquímica.
- 9 estudiantes de Biotecnología.

Con el fin de realizar el seguimiento y conservar el anonimato, a los alumnos de Bioquímica se los designó para el análisis de la siguiente manera: con la letra "B", seguida por un número (por ejemplo: "B1" fue el "alumno número uno", de Bioquímica). A los alumnos de Biotecnología se les identificó de la misma forma pero utilizando la letra "L" (por ejemplo: "L1", fue el "alumno número uno" de Biotecnología).

En todas las instancias se buscó y convocó al alumnado a participar por distintos medios ya sea, por notas publicadas en los pizarrones de las aulas, e-mails o llamados telefónicos. Los estudiantes participantes en esta investigación colaboraron de forma voluntaria y no hubo adiestramiento previo en las cuestiones inherentes a la misma.

La descripción de las edades, género y las demás características socioculturales de la muestra se obtuvo como resultado del análisis del primer instrumento de recolección de datos (Inicio 2010) que, constó de dos cuestionarios: el de *competencia científica* propiamente dicho y otro de contexto. Ver *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información. Instrumento Inicio de 2010*. Estos datos se exponen en el *Capítulo 3*, correspondiente al apartado C.3.5. *Hipótesis de investigación 5: resultados de las características de la muestra. Resultados de la competencia científica y su relación con el contexto*.

C.2.2. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La complejidad inherente a la realidad educativa hace que el pluralismo metodológico sea la opción más adecuada para su estudio. Esta investigación incluye elementos fundamentalmente de la metodología cuantitativa y algunos aspectos de la cualitativa. Las fuentes para enmarcar la metodología de investigación utilizada fueron Cohen y Manion (2002) y Bisquerra Alzina (2004).

Metodología cuantitativa

Este estudio se enmarca dentro del tipo *ex-post-facto* o no experimental (Bizquerra Alzina, 2004; Cohen y Manion, 2002; León, 2003).

Como indica Mateo Andrés (2004), las metodologías *ex-post-facto* son una de las más utilizadas en el ámbito educativo, proporcionando técnicas para describir la realidad, analizar relaciones, categorizar, simplificar y organizar las variables que configuran el objeto de estudio.

La expresión "*ex-post-facto*" significa "después de hecho", hace alusión a que primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, por lo que se trata de un tipo de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto de análisis. Es decir, se trata de una investigación en la que los investigadores no tienen ningún control sobre las variables independientes. A diferencia de la investigación experimental, la no experimental no se refiere a las estrategias mediante el término "diseño", sino "estudio".

Esta tesis, tiene una orientación descriptiva y de desarrollo longitudinal:

- Descriptiva: se centró la atención en un fenómeno educativo, en este caso la *competencia científica*, y se intentó responder a cuestiones sobre el estado de esa situación. Para la recolección de datos se utilizaron cuestionarios, pruebas de lápiz y papel, ya que no se ha investigado al alumnado cuando trabaja en el laboratorio ni realizado observaciones en las clases.

Se siguieron los pasos habituales en la planificación de un estudio descriptivo:

- Identificar y formular el problema a investigar.
- Establecer los objetivos del estudio.
- Seleccionar la muestra apropiada.
- Diseñar o seleccionar los sistemas de recogida de información.
- Recoger y analizar los datos.
- Extraer estadísticos que permiten percibir con cierta precisión la muestra, describir datos con apoyo en sistemas de representación gráfica incluso generar puntuaciones derivadas.
- Extraer conclusiones.
- De desarrollo longitudinal:

El estudio longitudinal es aquel en el que se realizan dos o más medidas comparables y a los mismos individuos o entidades, en un período de por lo menos un año (White & Arzi, 2005).

En esta tesis se tuvo como objeto describir el grado de la *competencia científica* de la muestra durante un periodo determinado de tiempo. Se centró en el análisis de las diferencias asociadas con la instrucción que reciben los sujetos a lo largo del tiempo (Ciclo Básico, tres años de cursado). En esta línea, se optó por un estudio longitudinal que se dedicó a recoger datos de una muestra en diferentes momentos temporales. Se buscó analizar cambios o continuidad en la adquisición de las *sub-competencias científicas* de los sujetos que se estudian.

Se siguieron los pasos habituales en la planificación de un estudio de desarrollo longitudinal:

- Identificar y formular el problema a investigar.
- Establecer los objetivos del estudio.
- Seleccionar la estrategia metodológica.
- Seleccionar las poblaciones y muestras.
- Diseñar o seleccionar los sistemas de recogida de información.
- Definir el tiempo o la duración del estudio.
- Recoger y analizar los datos.
- Extraer estadísticos que permiten percibir con cierta precisión la muestra, describir datos con apoyo en sistemas de representación gráfica incluso generar puntuaciones derivadas.
- Extraer conclusiones.

Metodología cualitativa

La conceptualización de la investigación cualitativa incorpora conceptos y métodos surgidos en diversas disciplinas y por lo mismo no tiene una teoría o paradigma que le sea propia. Este tipo de investigación puede usar los métodos de la etno-metodología, la fenomenología, la hermenéutica y puede hacer uso de la semiótica, la narrativa, el análisis del discurso y aún de la estadística (Bericat, 1998; Sandin, 2003).

La investigación cualitativa no sigue un plan metodológico predeterminado y rígido. El tipo de trabajo desarrollado, los hallazgos y las interacciones entre los investigadores cambian o definen nuevos caminos en el proceso de investigación. No hay una norma que les brinde una respuesta técnica a la problemática cotidiana, sin embargo, en ambos casos se requiere rigor metodológico y sistematicidad. El hecho de que los procedimientos no sean estandarizados no quiere decir que no deban ser rigurosos (Taylor y Bogdan, 1986).

En este estudio no se utilizaron entrevistas ni observaciones directas sino que, para comprender e interpretar, se recolectó información indirectamente a través de una exploración de escritos o documentos.

El análisis de datos se realizó en un proceso sistemático, ordenado, flexible y algo ecléctico. Con los resultados se fijaron categorías tentativas como recurso intelectual para la comparación.

Esta investigación también se podría catalogar como una investigación evaluativa en la cual el valor de la evaluación puede ayudar en la toma de decisiones para un cambio o mejora educativa.

Planificación

Como se supone que la *competencia científica* del estudiante no es constante a través de las diferentes situaciones de evaluación (cuestionarios), el enfoque de este trabajo fue indagar dicha competencia del alumno como independiente de las mismas, valorando la *competencia científica* como variable dependiente de la instrucción recibida en las asignaturas de Química y del tiempo transcurrido en el Ciclo Básico. Para esto último, no se tuvieron en cuenta las características de dichas asignaturas ni del profesorado responsable de las mismas.

Cada estudiante se desarrolla, partiendo de su propia situación y realidad, hacia un mayor progreso en su *competencia científica*. Esto requiere tiempo y apoyos sostenidos para que el alumno pueda percibir su formación como una experiencia educativa válida para sí mismo.

Esta investigación se extendió durante tres años, o sea tres períodos lectivos: 2010, 2011 y 2012. Se trató de un estudio longitudinal ya que, según White y Arzi (2005), para este tipo de estudio educativo, de individuos o entidades, debe transcurrir al menos un año entre las distintas fases de recolección de datos y la metodología tiene que permitir una comparación de los resultados entre distintos períodos de tiempo, aunque los instrumentos para recolectar la información no sean idénticos. Una característica importante de esta tesis es que la investigadora no intervino intencionadamente para cambiar ningún proceso de enseñanza ni de aprendizaje, ni en el proceso educativo excepto para recoger información sobre el desarrollo de la *competencia científica*.

Para la obtención de los datos se emplearon instrumentos elaborados *ad hoc*, para que éstos pudieran aportar, de manera sistemática y ordenada, información de la población investigada en relación con las variables objeto de estudio (McMillan y Schumacher, 2005). Concretamente identificar normas y patrones que se puedan relacionar con condiciones existentes y resultados (Cohen y Manion, 2002), en este caso de la *competencia científica* de los estudiantes universitarios objeto de

investigación. También se utilizó información de documentos oficiales tanto del Curso de Articulación de Química (prueba exigida por la Universidad Nacional del Litoral para ingresar a las carreras intervinientes) como de diferentes asignaturas de Química propias de cada carrera.

La investigación comenzó con una fase inicial (comienzos del año 2010) durante la cual se hizo un registro de ciertas características personales de los sujetos que integraban la muestra y se inició la recopilación de datos relacionados con la *competencia científica* primigenia de los mismos. A continuación se realizó un proceso de investigación de tres años con sucesivos momentos en cada uno, a saber: diseño de cuestionarios escritos, evaluación, validación, análisis y reflexión.

El estudio incluyó entonces, cuatro instancias de indagación en tres años. Éstas se llevaron a cabo durante los siguientes cursos lectivos de Argentina: inicio y fin de año 2010, fin de 2011 y fin de 2012. De aquí en adelante, cada una de estas instancias se las denominará con mayúscula: Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012.

En el *Cuadro 2.2.1* se describe la planificación en la cual, para una muestra de los ingresantes 2010 a las carreras de Bioquímica y Biotecnología, se realizó un estudio longitudinal de *competencia científica*, durante el Ciclo Básico de las mismas.

Referencias: Bioquímica (Bioq.); Biotecnología (Biot.).



Cuadro 2.2.1. Planificación del estudio.

Carrera	Primer año				Segundo año		Tercer año	
	Marzo de 2010		Dic. 2010- Febrero de 2011		Dic. 2011- Febrero de 2012		Noviembre de 2012	
	Ingresantes		Luego de un año de instrucción		Luego de dos años de instrucción		Luego de tres años de instrucción	
	Muestra	Aplicación del instrumento para recolectar la información	Muestra	Aplicación del instrumento para recolectar la información	Muestra	Aplicación del instrumento para recolectar la información	Muestra	Aplicación del instrumento para recolectar la información
Bioq.	47 alumnos	Cuestionario de contexto. Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Curso de Articulación de Química).	27 alumnos	Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Asignaturas de Química).	17 alumnos	Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Asignaturas de Química).	15 alumnos	Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Asignaturas de Química).
Biot.	37 alumnos	Cuestionario de contexto. Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Curso de Articulación de Química).	23 alumnos	Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Asignaturas de Química).	13 alumnos	Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Asignaturas de Química).	9 alumnos	Cuestionario de competencia científica. Documentos oficiales (Asignaturas de Química).

C.2.3. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Durante la investigación se elaboraron cuatro instrumentos para obtener información. Los mismos incluyen cuatro cuestionarios sobre *competencia científica* tomando como modelo el estudio validado de PISA 2006, y otro sobre contexto, contruidos específicamente para esta investigación. En este apartado se describe dicha estrategia.

El primer instrumento (Inicio 2010) estuvo constituido por los siguientes tres componentes:

- Encabezado introductorio dirigido a los estudiantes solicitando su participación y plantilla para datos personales.

- *Cuestionario de contexto*, en el cual se pretendió explorar algunas características del contexto sociocultural de los estudiantes que participaron en este estudio y si algunas de ellas influyen en su rendimiento en ciencias. Al respecto, se reconoce que existen múltiples factores de contexto más o menos relevantes, según diferentes criterios. Este cuestionario solamente se utilizó a Inicio 2010.

- Cuestionario de *competencia científica*.

Los siguientes tres instrumentos (Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012) estuvieron integrados por dos componentes: un encabezado introductorio con la plantilla para datos personales y el cuestionario de *competencia científica*.

De acuerdo con lo escrito anteriormente, se diseñaron cuatro cuestionarios que exploraron la *competencia científica* del alumnado. Éstos integraron los instrumentos de recolección de la información para los distintos momentos del estudio longitudinal, a saber: Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012. En cada uno de ellos, en primer lugar se presentó cada tema con un texto introductorio de contenido científico. Tras esta presentación se mostraron los ítems o preguntas.

Consecuentemente, los cuatro instrumentos, con sus correspondientes cuestionarios, utilizados en la presente investigación se reproducen, en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*.

A continuación, en los apartados C.2.3.1 y C.2.3.2, se describen los criterios para los diseños de los cuestionarios de *contexto* y de *competencia científica*.

C.2.3.1. Criterios para el diseño del cuestionario de contexto

Las preocupaciones sobre una reducción en la matrícula en las carreras de las ciencias en la educación superior y el interés de fomentar el estudio de las mismas por los estudiantes de orígenes de bajo prestigio socioeconómico no son exclusivas de Argentina.

Según Gorard & See (2009), el uso a gran escala de conjuntos de datos muestra que la participación y los logros en las ciencias se estratifican por factores socioeconómicos, sin embargo, manifiestan que no se han encontrado pruebas concluyentes para explicar esto satisfactoriamente. Estos autores señalan que existen razones sugeridas en la literatura que incluyen una relativa escasez de oportunidades locales, posponiendo a aquellos estudiantes que no desean estudiar fuera de casa, o bien, las

demandas percibidas de tiempo de estudio de la ciencia, y así las dificultades de combinar trabajo y estudio para aquellos que necesitan seguir trabajando y estudiando. El apoyo directo de los padres profesionales también puede dar lugar a una mayor participación a los estudiantes de mayor nivel socioeconómico. Tal vez la explicación más simple es que la participación en la ciencia a cualquier nivel a menudo se basa en el éxito de la etapa educativa anterior. No están claras las diferencias entre los logros en la ciencia entre los estudiantes de diferentes extracciones, lo que podría explicar la participación diferencial posterior. Sin embargo, estas diferencias no son muy distintas a las de otras materias de estudio.

Para este estudio se pretendió indagar si existen algunas características del contexto sociocultural de los estudiantes que pudieran influenciar la adquisición y el desarrollo de la *competencia científica* en el período investigado. Algunas de estas cuestiones también fueron de interés en las evaluaciones PISA 2009 (OECD, 2009).

Por lo tanto, se elaboró un cuestionario de modo que permitiera obtener información acerca de los siguientes indicadores: la edad, el género (a través del nombre), la procedencia, el centro educativo o escuela media del que proviene (modalidad con la que finalizó los estudios y si es público o privado), y el perfil educativo y la ocupación de los padres.

El cuestionario de contexto de la presente investigación se reproduce, en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información. Instrumento Inicio 2010*.

C.2.3.2. Criterios para el diseño de los cuestionarios de competencia científica

Es difícil que las competencias se puedan valorar únicamente con pruebas escritas, por lo que sería necesario observar y evaluar las acciones del alumnado y los procesos de autoevaluación (Brown y Glasner, 2003).

En consonancia con la definición de *competencia científica* de PISA 2006 (OCDE, 2008), las preguntas de los cuestionarios requirieron el empleo de las *capacidades científicas* dentro de un determinado *contexto*, eso permitió a su vez la aplicación del *conocimiento científico*.

Las pruebas PISA han sido cuidadosamente diseñadas por una red internacional de instituciones y expertos. Estos esfuerzos incluyeron la cooperación de una amplia gama de especialistas en todos los países participantes y una rigurosa atención al control de calidad en todas las etapas de preparación y aplicación de la evaluación.

En este trabajo de investigación se utilizaron los componentes básicos del marco PISA 2006 (OCDE, 2006); a modo de herramienta, para elaborar ítems de evaluación, y analíticamente, como un instrumento que sirvió para analizar y evaluar la *competencia científica*, sin considerar las actitudes.

Para el sostén conceptual y visual de estos cuestionarios se consultó diversa bibliografía y diferentes páginas web que figuran en los mismos. Por ejemplo se recurrió a libros de Química (Atkins y Jones, 2006; Brown, Bursten, Lemay y Murphy, 2009; Chang, 2010; Whitten, Davis, Peck y Stanley, 2008); de Química Física (Figueroa y Dávila, 2004) y Microbiología (Tortora, Funke y Case, 2007). Asimismo, se tuvieron en cuenta algunas dificultades y concepciones alternativas de los estudiantes

en Química (Bárceñas, Calatayud y Furió, 1997; Garnett & Hackling, 1995; Jiménez, De Manuel y Salinas, 2002).

De acuerdo con los contextos de la evaluación en ciencias definidos en PISA 2006 (OCDE 2006, p. 28), para esta investigación se seleccionaron las áreas de aplicación *Salud y Medio Ambiente* (Cuadro C.1.2.2.1).

Muchas instancias de la vida cotidiana de la salud y el medio ambiente interactúan con la Química.

Según Harrison (2005), el término "educación para la salud", como un componente del plan de estudios de ciencias incluye una serie de ideas y conceptos asociados, que tienen que ver con aspectos de la alfabetización y promoción de la salud.

La Química tiene una influencia profunda en los estudios de la salud. Sin embargo, a menudo, este vínculo no es tenido en cuenta por los docentes ni por los estudiantes universitarios y, además, muchos de los libros de texto de Química actuales no se centran en la relación entre esta disciplina y la salud (Dewprashad, Kosky, Martin & Vaz, 2004). Jacobsen (2004), presenta una selección de recursos para la educación en Química relacionados con esta área.

La química del medio ambiente es cada vez más importante dentro de los planes de estudios de Química, ya que se refiere a su enseñanza en el contexto de los problemas del mundo real y tiene numerosas aplicaciones multidisciplinarias (Cooper, Elzerman & Lee, 2001; Mandler, Mamlok-Naaman, Blonder, Yaron & Hofstein, 2012; Robelia, McNeill, Wammer, & Lawrenz, 2010).

Además, para el diseño de los cuestionarios de *competencia científica*, se tuvo en cuenta que el comportamiento ácido-base de las sustancias es un tema primordial en el plan de estudios de la escuela secundaria y los cursos generales de Química en la Universidad. Los ácidos y bases son comunes e importantes en la vida diaria, por ejemplo, en los problemas ambientales, en la salud, en las actividades biológicas, en la investigación y en la industria, entre otros. La importancia de este tema ha sido acompañada por la identificación de las dificultades de aprendizaje y enseñanza de los conceptos pertinentes (De Vos & Pilot, 2001; Nakhleh, 1994; Zoller, 1990).

A fines de siglo XIX y principios del XX, se destacaron las siguientes teorías para definir los términos "ácido" y "base": de Arrhenius, de Brønsted - Lowry y de Lewis. Estas teorías se siguen manteniendo y son muy útiles en la enseñanza de la Química General (De Vos & Pilot, 2001; Kauffrnan, 1988; Kolb, 1978).

El estudio de Cartrette & Mayo (2010), presenta los resultados de una investigación de la comprensión y aplicación de las teorías de ácido-base en contextos de la Química Orgánica. Los resultados indicaron que la mayoría de los estudiantes mantienen el conocimiento de la formación de Química General relacionada con los ácidos-bases (fundamentalmente la teoría de Brønsted - Lowry), pero no pueden aplicarlo en tareas de resolución de problemas.

Carlton (1997), hace hincapié en la enseñanza de las reacciones ácido-base antes del tema de equilibrio y esto incluye, como uno de los primeros

pasos, la identificación de especies y su reconocimiento como ácidos y bases.

En su investigación Furió-Más, Calatayud, Guisasola & Furió-Gómez (2005), hallaron que los modelos conceptuales macroscópicos y microscópicos que intervienen en la explicación de los procesos ácido-base se yuxtaponen en la mayoría de los libros de texto analizados. Este solapamiento de ambos modelos también lo detectaron en las explicaciones de los estudiantes (Furió-Más, Calatayud & Bárcenas, 2007).

Entender y aplicar los conceptos claves en diferentes contextos es vital para el aprendizaje de la Química y el desarrollo de la *competencia científica*. Uno de esos conceptos importante e integral, de la Química es el comportamiento ácido-base de las sustancias.

Por lo dicho en párrafos anteriores, para el diseño de los cuestionarios de *competencia científica* se utilizó el concepto de ácido, a modo de hilo conductor, y los temas seleccionados fueron: lluvia ácida y caries.

Para elaborar los ítems de evaluación de los cuestionarios, además de los componentes básicos del marco PISA 2006 (OCDE, 2006), se tuvieron en cuenta publicaciones en las cuales se describen actividades o tareas relacionadas tanto para el tema lluvia ácida (Powers, Higgs, Obley, Leber, Hess & Yoder, 2005; Lopes, Coelho & Gutz, 2010), como para el de caries (Cheung, 2005; Crujeiras y Jiménez Aleixandre, 2012; Rakita, 2004).

Mediante estos cuestionarios se pretendió explorar la *competencia científica* del alumnado objeto de estudio. Se tomó como base la definición de *competencia científica* del informe PISA 2006 que puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados (OCDE 2002, 2004 y 2006; OECD, 2009): *capacidades, conocimientos, áreas de aplicación y actitudes*. Sin considerar las actitudes, se seleccionaron algunas pruebas de dicho informe. Consecuentemente, para la elaboración de los cuatro cuestionarios de *competencia científica* se adaptaron dichas pruebas para el nivel universitario y se diseñaron otras de autoría propia. En ellas se puso énfasis en la indagación de los conocimientos químicos.

Investigadores como Johnstone (1982) y Gabel (1993) contribuyeron a la enseñanza de aspectos elementales de la naturaleza corpuscular de la materia. La instrucción con materiales pictóricos o con modelos de partículas para el nivel molecular es un medio para mejorar la comprensión conceptual de la estructura de la materia en la Química (Noh & Scharmann, 1997; Bridle & Yeziarsky, 2012).

La idea de que la estructura molecular de una sustancia determina las propiedades macroscópicas es una premisa central de una amplia gama de ciencias moleculares. Sin embargo, a los estudiantes de todos los niveles les resulta difícil conectar las propiedades visibles y medibles, incluso de los compuestos más simples, con las representaciones de su estructura a nivel molecular (Cooper, Grove, Underwood & Klymkowsky, 2010; Gilbert & Treagust, 2009). En opinión de Cooper, Underwood, Hilley & Klymkowsky (2012), los estudiantes que no puedan realizar la conexión entre estas representaciones y las propiedades macroscópicas están expuestos a una comprensión superficial de la Química. Esto hace probable que no puedan ser capaces de transferir su conocimiento a situaciones nuevas.

Como las representaciones visuales desempeñan un papel fundamental en la Química donde los fenómenos complejos no siempre son directamente observables, éstos se representan en tres niveles: macroscópico, microscópico (molecular) y simbólico (Johnstone, 1982). Las representaciones macroscópicas representan sucesos observables, mientras que las moleculares y simbólicas describen fenómenos invisibles y abstractos (modelos moleculares, fórmulas, ecuaciones y estructuras). Las representaciones moleculares ilustran los procesos químicos por la disposición de las moléculas, mientras que las representaciones simbólicas están presentes en fórmulas, ecuaciones y estructuras (Wu, Krajcik & Soloway 2001).

En el trabajo de Dori & Hameiri (2003), se presenta un sistema de análisis multidimensional, como un instrumento estándar para clasificación de problemas de química cuantitativa. En esta herramienta dichos autores definen tres niveles de transformación: macroscópico a simbólico; microscópico a simbólico y proceso químico a simbólico. Esta última transformación implica que, a partir de un proceso químico se represente el conjunto de símbolos en una ecuación química que especifique ese proceso, y viceversa. El conocimiento incorporado en una ecuación química requiere la comprensión conceptual de la estructura de la sustancia, la experiencia en el lenguaje de los símbolos y las habilidades de pensamiento formales. Las tres transformaciones propuestas por estos autores integran cuatro niveles de representación en un marco unificador: macroscópico, microscópico, simbólico y proceso químico.

Por lo tanto, en los cuestionarios se solicitó al alumnado la escritura e interpretación del lenguaje simbólico de los conocimientos químicos y el uso de modelos de representación macro y microscópico. Se utilizaron las ecuaciones químicas, no como simples recuerdos memorísticos sino con el fin de rescatarlas para su utilización en situaciones concretas lo que supone la aceptación de un nuevo lenguaje cuya utilidad debe ser demostrada en nuevos y diferentes contextos. Asimismo, tal como se dijo anteriormente, se indagó sobre cómo se utiliza el concepto de ácido en dos temas distintos (lluvia ácida y caries), y se exploraron determinadas *capacidades y conocimientos científicos* de los estudiantes. En las cuestiones de autoría propia se intentó conservar los criterios de PISA y considerar algunas de las dificultades que presenta el aprendizaje de la Química (Barker & Millar, 1999; Caamaño, 2003; Izquierdo Aymerich, 2004).

PISA evalúa la competencia mediante unas unidades compuestas de un estímulo (por ejemplo: una imagen, un texto, una tabla, un gráfico, figuras, etc.), al que siguen una serie de tareas asociadas a ese estímulo común. Este rasgo característico tiene su importancia, pues permite una profundización mayor de la que se obtendría si cada una de las preguntas introdujera un contexto completamente nuevo. De este modo, el estudiante dispone de más tiempo para asimilar un material que luego puede ser utilizado para evaluar diversos aspectos de su rendimiento. Utilizar una serie de situaciones sobre las que se pueden plantear varias preguntas, en lugar de una serie de preguntas independientes sobre una mayor cantidad de temas diferentes, reduce el tiempo total que necesita el alumno para familiarizarse con el material relativo a cada pregunta.

Cada ítem o pregunta comporta principalmente la aplicación de una de las sub-competencias (o capacidades) científicas: *Identificar cuestiones científicas, ICC*; *Explicar fenómenos científicamente, EFC* o *Utilizar pruebas científicas, UPC*, y requiere el empleo, bien del conocimiento de la ciencia, bien del conocimiento acerca de la ciencia.

La necesidad de que los alumnos posean un cierto nivel de *competencia lectora* para comprender y responder las preguntas escritas sobre la *competencia científica* obliga a plantearse la cuestión de cuál deber ser el nivel de *competencia lectora* requerido. A este respecto, hay que señalar que el material de estímulo y las preguntas fueron redactados utilizando un lenguaje claro, sencillo y lo más escueto posible, con el objeto de transmitir los significados adecuados. El número de conceptos introducidos por párrafo fue limitado y se trataron de evitar aquellas preguntas que evalúan predominantemente la *competencia lectora* o *matemática*.

En cada instancia, todos los alumnos tuvieron el mismo cuestionario sobre la mesa y, para responderlo, solamente se necesitó lápiz y papel.

Estructura de los cuestionarios

Los cuestionarios de *competencia científica* elaborados consistieron en 17, 15, 14 y 12 preguntas para las instancias de Inicio 2010 y Fin 2010, 2011 y 2012, respectivamente.

Como ya se ha mencionado, dichos cuestionarios estuvieron divididos en dos temas: lluvia ácida y caries. Estos temas fueron seleccionados debido a que las *áreas de aplicación (medio ambiente y salud)* están íntimamente relacionadas con las carreras de Bioquímica y Biotecnología, en las cuales se llevó a cabo este estudio.

Cada tema (lluvia ácida y caries) comienza con la presentación de un texto introductorio relacionado con una situación científica de la vida real (material de estímulo). A este texto le siguen las preguntas o ítems que los alumnos y alumnas debían responder.

En el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*, en cada uno de los cuatro cuestionarios de *competencia científica* de los instrumentos *Inicio* y *Fin 2010*, *Fin 2011* y *Fin 2012*, se pueden observar las preguntas propiamente dichas, dirigidas a los alumnos, en la *Parte A*. Luego, para información del lector de esta tesis, se indican los criterios de corrección y las características de las preguntas que figuran con letra cursiva en la *Parte B*. Por lo tanto, en el *Anexo 2*, y en cada instrumento, pueden observarse las preguntas con el siguiente esquema:

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento):

- a. Tema. Texto introductorio del tema o material de estímulo.
- b. Ítem o pregunta con el planteamiento a resolver.

B. Criterios de corrección (ver detalle en el siguiente apartado: C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*) y características de las preguntas:

- a. Puntuación. Criterios de corrección.

b. Descripción de ciertas características incluyendo:

- Tipo de ejercicio o respuesta.
- Capacidad o *sub-competencia científica*.
- Categoría de conocimiento.
- Área de aplicación.
- Marco.
- Comentario.

En este último inciso *b. Descripción de ciertas características*, de la *Parte B*, se pueden encontrar las siguientes alternativas:

- Tipo de ejercicio o respuesta. Las preguntas se presentan en diferentes formatos y se pueden resolver mediante dos tipos de respuestas:

- De elección múltiple: se debe seleccionar una sola opción entre varias alternativas dadas, normalmente cuatro. Ésta puede ser simple o compleja si, además de elegir la opción correcta, corresponde explicar el fundamento de dicha elección.

- De construcción: abierta o cerrada.

El cuestionario consistió en una combinación de preguntas directas con una única respuesta correcta (preguntas que sólo admiten algunas palabras o algunas frases breves por respuesta, o que ofrecen múltiples opciones para que el alumno marque alguna o algunas), y preguntas que requieren que los estudiantes elaboren sus propias respuestas.

Las preguntas del primer tipo requieren que los alumnos escojan o produzcan respuestas simples que pueden ser cotejadas directamente con una única respuesta correcta, como sucede con las preguntas de elección múltiple simple o aquellas de respuesta construida-cerrada. Estas preguntas tienen una respuesta correcta o incorrecta y suelen evaluar habilidades básicas.

Otras preguntas, en cambio, poseen un carácter más creativo y requieren que los alumnos elaboren sus propias respuestas. A través de este tipo de preguntas se pueden medir unos constructos más amplios que los que suelen recoger los estudios de corte más tradicional, permitiendo a su vez una mayor gama de respuestas aceptables y el uso de un sistema de evaluación más complejo que puede dar cabida a respuestas parcialmente correctas.

Es importante destacar que si bien PISA utiliza la herramienta de las preguntas de opción múltiple, una porción importante de las cuestiones, particularmente las más complejas, requieren del alumno la redacción de textos e incluso la elaboración de diagramas.

- *Capacidad científica*. Cada ítem comportó principalmente la aplicación de una de los tres tipos de *capacidades* o *sub-competencias científicas* (ICC, EFC o UPC).

- *Categoría de conocimiento*. Incluyó las categorías del *conocimiento de la ciencia* y del *conocimiento acerca de la ciencia* en PISA 2006 (OCDE, 2006) y, teniendo en cuenta las características de las carreras de Bioquímica y Biotecnología, para este trabajo se seleccionaron los *Sistemas*

físicos, los *Sistemas vivos*; la *Investigación científica* y las *Explicaciones científicas*, respectivamente.

- *Área de aplicación*. Las áreas de aplicación se extrajeron de un abanico de situaciones de la vida planteadas en PISA 2006 (OCDE, 2006). Para este estudio se seleccionaron: *Salud y Medio Ambiente*.

- *Marco*. Las preguntas están centradas en situaciones relacionadas con el yo, la familia y los grupos de compañeros (*personal*), la comunidad (*social*) y la vida a escala mundial (*global*). (OCDE, 2006).

Cada una de los cuatro cuestionarios intentó incluir un balance para evaluar el *conocimiento científico* y las *capacidades o sub-competencias*. Así como lo informan en los Marcos de Evaluación de PISA 2006 Y 2009 (OCDE, 2006; OECD, 2009), en el presente trabajo se exhibirán los correspondientes repartos de puntos.

Para comenzar, la *Tabla C.2.3.2.1* muestra la distribución de puntos en los cuestionarios entre el *conocimiento de la ciencia* y el *conocimiento acerca de la ciencia*, expresado como porcentaje de los puntos totales.

Para facilitar la interpretación de la citada tabla, indicaremos que el cuestionario Inicio 2010 constó de un total de 17 preguntas. Teniendo en cuenta la clasificación del *conocimiento de la ciencia*, 10 correspondieron a *Sistemas físicos* y 7 a *Sistemas vivos*. Si la máxima valoración de cada pregunta es de 2 puntos, el total corresponde a 34 puntos, o sea el 100%. Por lo tanto, el subtotal deseable para *Sistemas físicos* debió ser 20 puntos y correspondió al 59% del total. Para *Sistemas vivos*, el subtotal óptimo equivalió a 14 puntos, o sea el 41% de la calificación total.

De acuerdo a la información de cada pregunta que se expone en la *Parte B*, en el *Anexo 2*, se procedió de la misma manera, contabilizando las preguntas teniendo en cuenta la clasificación del *conocimiento de la ciencia: Investigación científica y Explicación científica*.

*Tabla C.2.3.2.1. Distribución de los puntos según el conocimiento.
Porcentaje de puntos.*

		Cuestionario			
		Inicio 2010	Fin 2010	Fin 2011	Fin 2012
<i>Conocimiento de la ciencia</i>	<i>Sistemas físicos</i>	59	53	57	50
	<i>Sistemas vivos</i>	41	47	43	50
	Total %	100	100	100	100
<i>Conocimiento acerca de la ciencia</i>	<i>Investigación científica</i>	18	40	36	33
	<i>Explicación científica</i>	82	60	64	67
	Total %	100	100	100	100

Como se puede observar en la *Tabla C.2.3.2.1* la distribución entre *sistemas físicos* y *vivos* está bastante balanceada. Sin embargo, en el *conocimiento acerca de las ciencias*, la distribución favorece la *explicación científica*. Esto se realizó intencionalmente en el diseño de los cuestionarios, debido a que en el Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica y Biotecnología es el tipo de conocimiento más trabajado.

A continuación, en la *Tabla C.2.3.2.2* se puede observar la disposición de las preguntas, en los cuatro cuestionarios, según el tema y la *sub-competencia científica* que se pretendió indagar.

Tabla C.2.3.2.2. Preguntas por tema y sub-competencia científica.

Cuestionario	Tema	Preguntas por sub-competencia			Número de preguntas	Total de preguntas
		<i>ICC</i>	<i>EFC</i>	<i>UPC</i>		
Inicio 2010	Lluvia ácida	3;6	1;2;7;8;9;10	4;5	10	17
	Caries	2	4;5;6;7	1;3	7	
Fin 2010	Lluvia ácida	1;7	3;4;5;8	2;6	8	15
	Caries	1;2;5	4;6;7	3	7	
Fin 2011	Lluvia ácida	1;2	3;4;5;8	6;7	8	14
	Caries	1;2	5;6	3;4	6	
Fin 2012	Lluvia ácida	1;2	3;4	5;6	6	12
	Caries	1;2	5;6	3;4	6	

Como se puede observar en la *Tabla C.2.3.2.2* el número de preguntas del tema lluvia ácida fue mayor en los tres primeros cuestionarios. Luego, a Fin 2012 el número de preguntas se igualó para ambos temas (lluvia ácida y caries). La distribución del número de las preguntas según la *sub-competencia*, favorece *Explicar fenómenos científicamente, EFC*, excepto en el cuestionario Fin 2012 en donde se equiparó el número de preguntas en las tres *sub-competencias* investigadas.

La respectiva distribución de puntos según las *sub-competencias científicas* en los cuestionarios (expresada en porcentaje), puede ser observada en la siguiente *Tabla C.2.3.2.3*.

Tabla C.2.3.2.3. Distribución de los puntos por sub-competencia científica. Porcentaje de puntos.

<i>Sub-competencia científica</i>	Inicio 2010 %	Fin 2010 %	Fin 2011 %	Fin 2012 %
<i>ICC</i>	18	37	29	33,33
<i>EFC</i>	59	43	42	33,33
<i>UPC</i>	23	20	29	33,33
Total %	100	100	100	100

Como se puede observar en la *Tabla C.2.3.2.3*, la distribución de los puntos para las *sub-competencias científicas*, expresada en porcentajes, favorece *Explicar fenómenos científicamente, EFC*, en los tres primeros cuestionarios. Esto se detecta de manera muy marcada en el cuestionario Inicio 2010. Dicho diseño se realizó intencionalmente debido a la suposición que dicha *sub-competencia* es la más trabajada en los niveles educativos previos al ingreso de los estudios universitarios. En el cuestionario Fin 2012 se equiparó la distribución de los puntos en las tres *sub-competencias* investigadas.

La distribución de los puntos por el tipo de pregunta, en los cuestionarios, se puede observar en la *Tabla C.2.3.2.4* que se presenta a continuación.

Tabla C.2.3.2.4. Distribución de los puntos por los tipos de ítems. Porcentaje de puntos.

Tipo de ítem	Inicio 2010 %	Fin 2010 %	Fin 2011 %	Fin 2012 %
<i>Elección múltiple simple</i>	12	20	7	0
<i>Elección múltiple compleja</i>	18	13	43	50
<i>Construcción cerrada</i>	35	40	36	33
<i>Construcción abierta</i>	35	27	14	17
Total %	100	100	100	100

Como se puede observar en la *Tabla C.2.3.2.4*, la distribución de los puntos por los tipos de ítems *elección múltiple simple* y *construcción abierta* disminuyeron a lo largo del tiempo. Este diseño se realizó intencionalmente debido a que, en primer lugar, el avance de la instrucción mereció el incremento en el número de preguntas de *Elección múltiple compleja*. En segundo lugar, se detectó que los estudiantes no respondían ítems de *construcción abierta*.

C.2.3.3. VALIDACIÓN DE LOS CUESTIONARIOS

Validez de contenido.

Para el diseño de los cuestionarios de *competencia científica* se tomaron como modelo base los reactivos diseñados y el estudio validado de PISA. No se contó con datos anteriores de otros cuestionarios que permitieran determinar la validez externa. En este trabajo, como ya se mencionó en el *Capítulo 1 (C.1.5. Plan de trabajo)*, se utilizó el método interno racional o de contenido.

Para determinar si los ítems de los cuestionarios de *competencia científica* indagaban las *sub-competencias*, la validez de contenido se midió a través de un sistema de jueces independientes que clasificaron y juzgaron la adecuación de las preguntas y las puntuaciones propuestas, en función de los fundamentos teóricos y del objetivo del cuestionario. Se eligieron tres jueces, profesores universitarios con formación química y pedagógica. A través de varias entrevistas y correos, se les solicitó que leyeran y consideraran los textos que evalúan cada ítem y sus correspondientes claves de correcciones. Para llegar a las versiones finales de los cuestionarios, dichos expertos opinaron sobre la pertinencia y adecuación de los ítems.

Puesta a prueba del cuestionario: revisión de la claridad.

Para comprobar la claridad en cuanto a la redacción de los ítems utilizados, de tal manera que permitieran entender a los participantes lo que se solicitaba, se realizó una prueba piloto, mediante la administración del cuestionario a un grupo de personas con características similares a los individuos que compusieron la muestra.

Fiabilidad del cuestionario.

Con el propósito de determinar la fiabilidad del cuestionario, es decir, su capacidad para demostrar estabilidad y consistencia en sus resultados, se utilizó el coeficiente *Alfa de Cronbach*. Este coeficiente es uno de los más utilizados para establecer la fiabilidad de cuestionarios o escalas.

Este índice sirve para comprobar si el cuestionario que se está evaluando recopila información defectuosa y por tanto llevaría a conclusiones equivocadas o bien, si es fiable y hace mediciones estables y consistentes.

Dicho coeficiente depende, tanto del número de ítems del cuestionario, como de la correlación entre los mismos o sus covariancias y se consideran valores aceptables a partir de +0.60. Para llevar a cabo este análisis, se empleó el paquete estadístico SPSS Statistics 17.0.

C.2.4. INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Disquisición de puntuaciones. Claves de corrección.

Para elaborar los instrumentos de análisis de la información se tomaron como base las características y estructuras de los cuestionarios y, además, se propusieron escalas de puntuación elaboradas que permitieran el contraste estadístico de los datos. Dichos elementos se describen a continuación.

Las preguntas cerradas se corrigieron automáticamente. Sin embargo, para la corrección de las preguntas abiertas se siguieron unos criterios de evaluación que incluyeron instrucciones pormenorizadas para cada una de ellas.

Muchas otras preguntas en el área de ciencias debieron ser respondidas con textos escritos por los alumnos. La evaluación de estas respuestas implicó detectar la presencia de ciertas ideas clave, que no debían faltar en un argumento, independientemente de los matices que el alumno utilizara en su explicación.

Dichos matices de opinión, no fueron susceptibles de evaluación, pero siempre se buscó que hubiera ciertos contenidos básicos que no podían faltar en la construcción de un argumento.

En Ciencias, como en Matemática, hay también respuestas que sólo pueden darse o completarse mediante la ejecución de diagramas o representaciones. Tal es el caso, por ejemplo, de la utilización del lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo corpuscular de la materia o modelo de partículas).

Tanto los ejercicios de elección múltiple, como los de respuesta construida breve, pudieron emplearse para evaluar la mayoría de los procesos cognitivos implicados en las tres *sub-competencias científicas*.

Los ejercicios de respuesta abierta, por su parte, proporcionan además la oportunidad de observar la capacidad de comunicación.

Algunas de las cuestiones fueron calificadas de manera dicotómica (es decir, con o sin puntuación). Otras preguntas de elección múltiple, de respuesta cerrada con más de un inciso o de respuesta abierta recibieron una calificación parcial, que se otorgó a los alumnos que tenían parte pero no la totalidad de la respuesta correcta.

Cada pregunta dotada de puntuación parcial contó con unas instrucciones detalladas que permitieron otorgar las siguientes calificaciones: «puntuación máxima», «puntuación parcial» o «sin puntuación».

Las categorías «puntuación máxima» (2 puntos), «puntuación parcial» (1 punto) y «sin puntuación» (0 puntos), dividieron las respuestas de los alumnos en tres grupos, según la capacidad que demostraron a la hora de responder a la pregunta formulada. Una respuesta calificada con una «puntuación máxima» no indica que la respuesta fuera absolutamente correcta en términos científicos, pero sí que se poseía el nivel de comprensión del tema adecuado para un alumno universitario científicamente competente. Las respuestas menos elaboradas, o con un

menor grado de corrección, pudieron obtener una «puntuación parcial», mientras que las respuestas completamente incorrectas, irrelevantes o la ausencia de respuesta quedaron recogidas bajo la categoría «sin puntuación».

La puntuación posible de las preguntas construidas cerradas osciló entre 0 y 2 puntos salvo que tuviera más de un inciso. En ese caso, también existió la posibilidad de obtener una puntuación parcial de 1 punto.

Las preguntas construidas abiertas o de opción múltiple, que pudieron tener distintos niveles de corrección tuvieron diferentes puntuaciones que variaron entre 0, 1 y 2 puntos.

Los cuatro cuestionarios de *competencia científica* de la presente investigación se reproducen, en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*. En éstos, la disquisición de las puntuaciones en cada corrección y características de las preguntas se escribieron con letra cursiva en la *Parte B*.

Estrategia para el análisis de la información.

Según la OCDE (2006):

En la definición aquí propuesta, la *competencia científica* se concibe como un continuo que abarca desde los niveles de *competencia científica* más bajos hasta los más avanzados. Dicho de otra manera, se considera que las personas poseen diversos grados de *competencia científica* y no que posean o carezcan de *competencia científica* en términos absolutos (Bybee, 1997). Por ejemplo, un estudiante con un nivel de competencia menos desarrollado puede ser capaz de recordar conocimientos científicos sencillos y de emplear conocimientos científicos de uso corriente para sacar y evaluar conclusiones. En cambio, un alumno con un nivel de *competencia científica* más avanzado podrá crear y emplear modelos con objeto de hacer predicciones y dar explicaciones, analizar investigaciones científicas, relacionar entre sí datos que puedan constituirse en pruebas, evaluar explicaciones alternativas de un mismo fenómeno y exponer sus conclusiones con precisión. (p. 26)

En la presentación de resultados de PISA 2000 y 2003 (OCDE, 2001; OCDE, 2004) donde la ciencia era un área de evaluación secundaria, se presentó el rendimiento de los alumnos y fue posible describir cuáles eran las *capacidades científicas* que podían realizar, indicando tres posiciones en la escala.

Sin embargo, considerando que en la evaluación PISA 2006 la ciencia constituyó la principal área de evaluación, el mayor tiempo dedicado a esta área permitió la elaboración de seis niveles en la escala.

Sanmartí (2011), señala:

Una de las propuestas más aplicadas para la valoración del nivel competencial se concreta en la planificación de lo que se llaman *rúbricas*. Una *rúbrica* es una matriz que explicita, por un lado, los criterios de evaluación relacionados con la evaluación de una competencia (o con alguna de sus dimensiones) y, por otro, con indicadores de diferentes niveles de logro, identificados a partir de analizar criterios de realización de un tipo de tarea. (p.208)

En efecto, durante el estudio longitudinal, se emplearon los cuestionarios antes descritos, se explicitaron los criterios de evaluación (*rúbricas*) relacionados con la *competencia científica* y se definieron los diferentes niveles de rendimiento.

En este trabajo debido a la dispersión numérica de las puntuaciones que se produjeron, los resultados se agruparon en niveles de rendimiento. Se elaboró una escala de tres niveles, los descriptores se basaron en los estudios PISA 2006 aunque fueron modificados, simplificados y resumidos para que satisfagan, en la medida de lo posible, las necesidades de este estudio.

El *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* abarca el conjunto o la suma de las siguientes tres *sub-competencias*: *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, *Explicar fenómenos científicos (EFC)* y *Utilizar pruebas científicas (UPC)*. El interés fue establecer unas categorías independientes con sus correspondientes niveles de rendimiento.

Para evitar una posterior lectura injustificada de los resultados es fundamental, sin duda, aclarar que los mismos no se presentan como una lista de competición o concurso deportivo entre los estudiantes que constituyen la muestra. La intención del estudio fue dar a conocer los resultados en términos de escalas o categorías de suficiencia, de modo que el *rendimiento total* y en cada una de las *sub-competencias científicas* pueda ser interpretado en relación con el tipo de preguntas, y no sólo la cantidad, que fueron contestadas correctamente. No obstante, los criterios para los niveles de rendimiento, se pudieron expresar en relación con las preguntas asociadas a diversas puntuaciones en la escala de las ciencias.

Así por ejemplo, para esta investigación se tomaron como guía los siguientes tres niveles de rendimiento en ciencias propuestos en OCDE, 2001 y 2004:

- Hacia el extremo superior de la escala de *competencia científica*, los alumnos, por regla general, pueden crear o emplear modelos conceptuales para hacer predicciones o dar explicaciones; analizar investigaciones científicas para captar, por ejemplo, el diseño de un experimento o identificar una idea que se está poniendo a prueba; comparar datos para evaluar puntos de vista alternativos o diferentes perspectivas, y comunicar argumentos científicos y/o descripciones de una forma detallada y precisa.

- En torno a la mitad de la escala, los alumnos suelen ser capaces de utilizar sus conocimientos científicos para hacer predicciones o dar explicaciones; reconocer preguntas a las que puede dar respuesta la investigación científica y/o identificar detalles de lo que entraña una investigación científica, así como seleccionar información relevante para sacar o evaluar conclusiones.

- Hacia el extremo más bajo de la escala, los alumnos son capaces de recordar conocimientos científicos sencillos de carácter factual (por ejemplo, nombres, hechos, terminología, reglas simples) y de utilizar el conocimiento común de la ciencia para extraer o evaluar conclusiones.

Análisis cuantitativo.

Para el análisis del *Rendimiento total de competencia científica (RTCC)*, se consideró como línea de base o promedio el 50% del total de la

puntuación, si todas las respuestas hubieran obtenido la puntuación máxima. Es decir, por ejemplo para el cuestionario Inicio 2010, sobre un total de 17 preguntas, cuya máxima valoración fue de 2 puntos cada una y suman 34 puntos (100%), se fijó en 17 puntos (50%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento.

Para las diferentes *sub-competencias* se estableció como línea de base o promedio el 50% del total de la puntuación de cada una de ellas, si todas las respuestas hubieran obtenido la puntuación máxima. Por ejemplo, para el cuestionario Inicio 2010:

- *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, sobre un total de 3 preguntas, cuya máxima valoración fue de 2 puntos cada una y en total suman 6 puntos (100%), se fijó en 3 puntos (50%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento.

- *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, sobre un total de 10 preguntas, cuya máxima valoración es fue de 2 puntos cada una y suman en total 20 puntos (100%), se fijó en 10 puntos (50%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento.

- *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, sobre un total de 4 preguntas, cuya máxima valoración fue de 2 puntos cada una y en total suman 8 puntos (100%), se fijó en 4 puntos (50%) la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento.

Debido al número de la muestra (n=24), en el análisis no se excluyó a los alumnos cuyas tasas de respuesta bajas impedían la obtención de estimaciones más elevadas.

Análisis cualitativo.

Para poder realizar el análisis de los resultados se tuvo que fijar un criterio. Si los porcentajes de dos estudiantes, ya sea en *RTCC* o en una determinada *sub-competencia científica*, fueron respectivamente 50% y 49%, esto significó que el primero ha contestado un poco mejor que el segundo. Por ello, no se le atribuyeron calificaciones de excelencia o fracaso a resultados que apenas difieren entre sí, sino niveles o categorías de rendimiento.

Para comunicar los resultados mediante categorías o en una escala continua, se llevó a cabo una adaptación al procedimiento de evaluación cualitativa y comunicación en porcentajes propuesto por Biggs (2005, p. 236). De acuerdo con este criterio, en la *Tabla C.2.4.1* se presentan los niveles de *competencia científica* según los rangos de puntuaciones obtenidos expresados en porcentajes.

Tabla C.2.4.1. Escalas de puntuación.

Categoría de calificación de competencia	Rango %
Alcanza los objetivos en su máximo nivel	100 a 70
Nivel de competencia en un nivel medio	70 a 50
Nivel de rendimiento bajo	<50

Siguiendo el ejemplo dado en el análisis cuantitativo en donde se plantean 17 preguntas totales, cuya máxima valoración fue de 2 puntos cada una, el total de las preguntas respondidas correctamente suman 34 puntos (100%). Estos 34 puntos son el 100% de *RTCC*. Como la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento se fijó en el 50 %, este porcentaje corresponde a 17 puntos.

El mismo razonamiento se da para *ICC*: si esta *sub-competencia* es evaluada por un total de 3 preguntas, cuya máxima valoración fue de 2 puntos cada una, el total de las preguntas respondidas correctamente suman 6 puntos (100%). Estos 6 puntos son el 100% de *ICC*. Como la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento se fijó en el 50 %, este porcentaje corresponde a 3 puntos.

De igual manera para *EFC*: si ésta *sub-competencia* es evaluada por un total de 10 preguntas, cuya máxima valoración fue de 2 puntos cada una, el total de las preguntas respondidas correctamente suman 20 puntos (100%). Estos 20 puntos son el 100% de *EFC*. Como la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento se fijó en el 50 %, este porcentaje corresponde a 10 puntos.

De forma análoga para *UPC*: si ésta *sub-competencia* es evaluada por un total de 4 preguntas, cuya máxima valoración fue de 2 puntos cada una, el total de las preguntas respondidas correctamente suman 8 puntos (100%). Estos 8 puntos son el 100% de *EFC*. Como la calificación deseable para el nivel medio de rendimiento se fijó en el 50 %, este porcentaje corresponde a 4 puntos.

Teniendo en cuenta los valores y las explicaciones de los párrafos anteriores y para relacionar las puntuaciones, los porcentajes y los niveles de rendimiento se plantea el siguiente ejemplo:

Un alumno obtuvo las siguientes puntuaciones:

- *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC* (suma de *ICC*, *EFC* y *UPC*): 13 puntos. Este valor corresponde a un 38% del total (34 puntos = 100%).

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*: 5 puntos. Este valor corresponde a un 83% del total de *ICC* (6 puntos = 100%).

- *Explicar fenómenos científicos, EFC*: 4 puntos. Este valor corresponde a un 20% del total de *EFC* (20 puntos = 100%).

- *Utilizar pruebas científicas, UPC*: 4 puntos. Este valor corresponde a un 50% del total de *UPC* (8 puntos = 100%).

Consecuentemente y según la *Tabla C.2.4.1*, este alumno pertenece a los niveles: bajo en *RTCC*; máximo para *ICC*; bajo en *EFC* y medio para *UPC*.

Luego de la corrección de cada cuestionario se organizaron los datos. Seguidamente, tanto para el *rendimiento total* como para cada una de las tres *sub-competencias*, las puntuaciones de cada alumno se transformaron en porcentajes de la puntuación máxima, según los criterios anteriormente descritos. Posteriormente, y de acuerdo con esos porcentajes se los ubicó en la categoría del nivel de rendimiento correspondiente.

A continuación, tanto para el *rendimiento total* como para cada una de las tres *sub-competencias*, se contabilizó la cantidad de alumnos que se situaba en cada nivel (según las escalas de puntuación de la *Tabla C.2.4.1*) y se calculó el respectivo porcentaje del total de los mismos para cada sub-muestra, Bioquímica y Biotecnología.

Este tratamiento se realizó con cada uno de los cuestionarios: Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012.

Utilizando el criterio de niveles, para cada estudiante determinado, caracterizado con las letras "B" (Bioquímica) ó "L" (Biotecnología), seguidas de un número, y calculando los porcentajes en cada categoría, se realizó el seguimiento de los resultados en *RTCC*, *ICC*, *EFC* y *UPC* durante los tres años de investigación.

Se analizaron los alcances y variaciones de los niveles de la *competencia científica* según: las carreras (Bioquímica y Biotecnología), los años de instrucción, ciertas características socioculturales (la edad, el género, la procedencia, el centro educativo o escuela media del que proviene, el perfil educativo y la ocupación de los padres), el rendimiento previo (el indicador fue la *nota* de acceso en Química a los estudios universitarios, Curso de Articulación de Química) y el rendimiento posterior (el indicador fue la *nota* promedio de los exámenes oficiales de las asignaturas de Química por cada año del Ciclo Básico).

Debido al tamaño de la muestra, para analizar las relaciones entre los niveles del *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* y las *notas* obtenidas, ya sea en el Curso de Articulación de Química como en los promedios de los exámenes de las asignaturas de Química por cada año, se agruparon los alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología ($n=24$) y se tomaron solo 2 categorías en lo referente a la variable *notas* obtenidas: [6-7] y [8-9-10].

Consecuentemente, con el fin de medir la asociación para dos variables cualitativas ordinales (*RTCC* y *notas*) se aplicaron los test estadísticos Gamma y Tau-c de Kendall mediante el software SPSS para Windows v.17 (Cortada de Kohan, 1994; Ferrán Aranaz, 2001).

Gamma es una medida del grado y tipo de asociación entre dos variables cualitativas en escala ordinal, que toma valores entre [-1 a 1]. Valores próximos a 1 indican una fuerte asociación positiva: a medida que aumentan los valores de una variable, aumentan los de la otra. Valores próximos a -1 indican fuerte asociación negativa: a medida que aumentan los valores de una de las variables, disminuyen los de la otra, y valores próximos a 0 indican no asociación entre variables. Esta medida presenta el inconveniente de que puede alcanzar valores de 1 o -1 en situaciones en que la asociación no es total. Es decir, la desventaja de este test es que tiende a sobreestimar la asociación.

La medida Tau-c de Kendall es una extensión del Gamma y por lo tanto se aplica e interpreta de la misma manera. Pero tiene la particularidad que alcanza los valores de 1 y -1 en situaciones de total asociación (positiva o negativa). Particularmente el Tau-c de Kendall es una corrección del Tau-b para el caso de tablas no cuadradas. El problema que presenta es que tiende a subestimar la asociación entre variables.



CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este tercer capítulo se centra la atención en los resultados obtenidos y sus respectivos análisis, que se utilizarán para contrastar las seis hipótesis de investigación. Para ello se distinguieron los siguientes apartados:

C.3.1. *Hipótesis de investigación 1: resultados de la competencia científica inicial de la muestra.*

C.3.2. *Hipótesis de investigación 2: resultados de la competencia científica de la muestra durante tres períodos lectivos.*

C.3.3. *Hipótesis de investigación 3: resultados comparativos, entre Bioquímica y Biotecnología, de la competencia científica, durante tres períodos lectivos.*

C.3.4. *Hipótesis de investigación 4: resultados comparativos de las sub-competencias científicas de la muestra durante tres períodos lectivos.*

C.3.5. *Hipótesis de investigación 5: resultados de las características de la muestra. Resultados de la competencia científica y su relación con el contexto.*

C.3.6. *Hipótesis de investigación 6: resultados de la competencia científica y su relación con el rendimiento académico.*

El conocimiento de los resultados es de sumo interés, en primer lugar porque permite conocer el *rendimiento total en la competencia científica* del alumnado sujeto a investigación, tanto en relación con los años de estudio en los cuales se encuentran, como con el tipo de carrera u orientación académica (Bioquímica y/o Biotecnología). En segundo lugar, porque permite conocer el desarrollo de las *sub-competencias científicas* en el alumnado y la posible incidencia en futuros enfoques didácticos. Cabe recordar que el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* abarca el conjunto o la suma de las siguientes tres *sub-competencias*: *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, *Explicar fenómenos científicos (EFC)* y *Utilizar pruebas científicas (UPC)*.

Como se explicó en el apartado C.2.4 *Instrumentos de análisis de la información*, del Capítulo 2, para cada situación en donde se recolectaron los datos se valoraron las respuestas de cada uno de los alumnos, tanto para cada *sub-competencia* como para el *rendimiento total en la competencia científica*, se calcularon sus puntuaciones y respectivos porcentajes de las puntuaciones máximas. Luego, a partir de dichos porcentajes, se procedió a ubicar a cada alumno en la correspondiente categoría de nivel (según las escalas de puntuación presentadas al final del Capítulo 2, en la *Tabla C.2.4.1*).

A partir de la categorización individual en niveles se contabilizó la cantidad de alumnos que se situaba en cada nivel, tanto para cada *sub-competencia* como para el *rendimiento total en la competencia científica*, y se calculó el respectivo porcentaje del total de los mismos para cada sub-muestra: Bioquímica y Biotecnología.

La individualización de los alumnos, mediante una letra ("B" para Bioquímica y "L" para Biotecnología) seguida por un número, permitió realizar el seguimiento durante tres años mediante un estudio longitudinal.

Se consideraron los datos completos de los mismos participantes durante toda la investigación, para poder comparar los sujetos y grupos con el objeto de que las conclusiones tuvieran validez. Se ha hecho así, dado que si el número de individuos y sus datos en las muestras inicial y final no coincidieran, las conclusiones no serían válidas (White & Arzi, 2005).

Por lo tanto, para no dañar la validez de la investigación a lo largo de los años de estudio, se contempló la merma del número de individuos en la muestra. Para comunicar los resultados se consideraron los 24 alumnos (15 de Bioquímica y 9 de Biotecnología), que permanecieron durante toda la investigación.

En este capítulo, el conjunto de datos originales se transformó en tablas más sencillas para que se entienda con más claridad (ver *Anexos 3, 4, 5 y 6*).

C.3.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 1: RESULTADOS DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INICIAL DE LA MUESTRA.

En el apartado C.1.4.1 se formuló la HI1:

Antes del inicio de los estudios universitarios la competencia científica de los estudiantes es, desde el punto de vista de PISA, insuficiente.

Los resultados se obtuvieron a partir de las respuestas al primer instrumento de recolección de datos que, como ya se comentó, constó de dos cuestionarios: el de *competencia científica* propiamente dicho y otro de *contexto* que se utilizó para caracterizar la muestra. Ver *Anexo 2. Instrumentos para la recolección de la información. Instrumento Inicio 2010*.

Los resultados se analizaron en dos apartados:

C.3.1.1. Análisis ítem a ítem, mediante el cual se evaluó la *competencia científica* inicial que tenían los estudiantes al comienzo de los estudios universitarios.

C.3.1.2. Análisis de los niveles de rendimiento, inferidos y elaborados a partir del apartado C.3.1.1.

Luego, en el apartado C.3.1.3, se elaboró la conclusión de la hipótesis de investigación 1.

C.3.1.1. ANÁLISIS ÍTEM A ÍTEM, MEDIANTE EL QUE SE EVALUÓ LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INICIAL QUE TENÍAN LOS ESTUDIANTES AL COMIENZO DE LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS.

Teniendo en cuenta lo descrito en el punto C.2.4 (*Instrumentos de análisis de la información*), donde se indican las puntuaciones y claves de corrección, en este apartado se exponen los resultados obtenidos a partir de la aplicación del primer instrumento de recolección de datos, el cuestionario de *competencia científica* propiamente dicho, Inicio 2010. Ver Anexo 2. *Instrumentos para la recolección de la información. Instrumento Inicio 2010*.

El valor de Alfa de Cronbach igual a 0,671, indica que los resultados de los 24 alumnos, respecto a los 17 ítems considerados para evaluar el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, se encuentran correlacionados de manera confiable y aceptable (ver Anexo 8. *Fiabilidad de los cuestionarios. Alfa de Cronbach*).

Los valores de los datos y resultados originales o “en bruto” que se utilizó para su posterior análisis, se pueden observar en el Anexo 3. *Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la competencia científica Inicio 2010*.

Para el análisis de la información, los resultados originales se reorganizan en la Tabla C.3.1.1.1 para Bioquímica y en la Tabla C.3.1.1.2 para Biotecnología.

Como se puede observar, las dos tablas tienen la misma organización.

En la primera columna se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número, en la segunda columna aparecen los ítems que valoraron la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* y en la tercera columna el subtotal obtenido por cada alumno en esa *sub-competencia*. Esta organización se repite en las siguientes columnas para los ítems que valoraron las otras dos *sub-competencias*: *Explicar fenómenos científicos (EFC)* y *Utilizar pruebas científicas (UPC)*. En la última columna se pueden observar los resultados de la suma de los subtotales de las tres *sub-competencias (Rendimiento total en la competencia científica, RTCC)*.

Tabla C.3.1.1.1. Puntuaciones de la competencia científica Inicio 2010.

Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems ICC			Subt. ICC	Ítems EFC										Subt. EFC	Ítems UPC				Subt. UPC	RTCC
	3	6	2c		1	2	7	8	9	10	4c	5c	6c	7c		4	5	1c	3c		
B7	0	2	0	2	0	1	1	0	0	0	2	0	1	0	5	0	2	2	2	6	13
B10	2	2	2	6	2	1	2	2	0	1	2	1	0	0	11	0	2	2	2	6	23
B13	2	2	2	6	2	1	1	0	0	0	2	0	1	0	7	2	2	2	2	8	21
B14	2	2	2	6	2	1	2	2	1	0	2	0	1	0	11	0	2	2	2	6	23
B15	2	1	1	4	2	2	1	2	0	2	2	2	1	1	15	2	2	2	0	6	25
B16	1	2	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	6	11
B19	1	0	0	1	2	1	0	0	0	2	2	2	1	1	11	2	2	2	0	6	18
B22	1	2	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	2	2	0	4	11
B32	1	2	2	5	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	2	2	2	6	15
B34	0	2	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0	2	2	2	6	12
B35	1	1	0	2	2	1	0	1	0	0	2	1	2	2	11	0	2	2	2	6	19
B36	0	1	2	3	2	0	1	0	0	2	0	0	1	0	6	0	2	2	2	6	15
B38	1	0	2	3	2	1	1	2	0	0	2	0	0	0	8	0	2	1	2	5	16
B43	1	0	0	1	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0	7	0	1	1	0	2	10
B44	0	2	1	3	2	0	1	2	0	1	1	1	0	0	8	2	2	2	2	8	19
	15	21	16		25	10	13	16	1	9	17	7	10	4		8	29	28	22		

Referencias:

Al. = alumno; Subt. = Subtotal; Identificar cuestiones científicas = ICC; Explicar fenómenos científicos = EFC; Utilizar pruebas científicas = UPC; Rendimiento total en la competencia científica = RTCC.

Tabla C.3.1.1.2. Puntuaciones de la competencia científica Inicio 2010.

Biotecnología (L) n = 9

Al.	Ítems ICC			Subt. ICC	Ítems EFC									Subt. EFC	Ítems UPC				Subt. UPC	RTCC	
	3	6	2c		1	2	7	8	9	10	4c	5c	6c		7c	4	5	1c			3c
L3	1	2	0	3	0	1	2	2	1	1	2	0	1	0	10	2	2	2	2	8	21
L6	0	1	1	2	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	4	0	2	2	0	4	10
L11	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	6	0	2	1	0	3	11
L16	0	1	2	3	2	0	1	2	0	0	2	0	0	0	7	0	2	2	2	6	16
L18	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	4	0	0	0	0	0	5
L19	0	0	1	1	2	0	2	2	1	2	0	0	0	0	9	0	2	2	2	6	16
L20	1	2	2	5	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	0	2	2	0	4	12
L28	0	2	1	3	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	4	2	2	2	0	6	13
L31	0	2	1	3	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	4	0	2	2	2	6	13
	2	11	10		8	2	8	9	2	3	14	0	5	0		4	16	15	8		

Referencias:

Al. = alumno; Subt. = Subtotal; *Identificar cuestiones científicas* = ICC; *Explicar fenómenos científicos* = EFC; *Utilizar pruebas científicas* = UPC; *Rendimiento total en la competencia científica* = RTCC.

Por lo tanto, se agrupan las puntuaciones para cada *sub-competencia* indicando en la segunda fila de la tabla los ítems y temas que se han tenido en cuenta para su valoración. Así por ejemplo, la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* fue valorada mediante los ítems 3 y 6 del tema lluvia ácida y 2c de caries; *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, se evaluó a través de los ítems 1, 2, 7, 8, 9 y 10 de lluvia ácida, 4c, 5c, 6c y 7c de caries; mientras que *Utilizar pruebas científicas (UPC)* se valoró con los ítems 4 y 5 de lluvia ácida, 1c y 3c de caries.

Para interpretar las tablas, se ejemplifica mediante el alumno número 7 de Bioquímica (B7), por ser el primero en el orden de aparición. Como se puede ver su puntuación es: 2 en *ICC*, 5 en *EFC* y 6 en *UPC*. La suma resulta un total de 13 puntos en *RTCC*.

En la última fila de cada tabla se han sumado las puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia*.

Según el apartado C.2.3.2. *Criterios para el diseño de los cuestionarios de competencia científica* del capítulo 2, en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el *Instrumento Inicio 2010*, se pueden observar las preguntas propiamente dichas, dirigidas a los alumnos, en la *Parte A*. Luego, para información del lector de esta tesis, se indican los criterios de corrección y características de las preguntas, los cuales figuran con letra cursiva en la *Parte B* (ver detalle en el apartado: C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*).

El cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Inicio 2010* estuvo constituido por 17 preguntas. Como los criterios de corrección, constituyen el referencial deseable desde la ciencia, a cada pregunta se le otorgó un máximo de 2 puntos. De tal modo, si se realiza un análisis horizontal del *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, el ideal esperable para cada estudiante fue de 34 puntos.

De acuerdo con la observación de las últimas columnas de las tablas (C.3.1.1.1 y C.3.1.1.2) se detecta que las puntuaciones de *RTCC*, en general, son muy bajas.

Por ejemplo, en Bioquímica, los alumnos B7, B16, B22, B32, B34, B36, B38 y B43 (8 de 15 estudiantes) no igualan ni alcanzan los 17 puntos (50% de puntuación).

En Biotecnología, solamente el alumno L3 supera ese valor, es decir, 8 de 9 estudiantes no llegan al 50% de la puntuación deseable.

Estos bajos resultados pueden atribuirse a que, durante la secundaria, no se cumplen los objetivos de dicha etapa educativa respecto a la *competencia científica*.

Para reconocer los ítems que presentaron mayores dificultades, se realiza un análisis vertical de las tablas anteriores (C.3.1.1.1 y C.3.1.1.2), es decir, se analizan las sumas de puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia* (se presentan los resultados en la última fila). Esto permite detectar aquellos ítems en donde las puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Se siguió el siguiente criterio: como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos, esto significa que para el caso de Bioquímica (n=15) el tope ideal esperable para cada ítem es de 30 puntos. Por lo tanto, para el análisis se seleccionan aquellos ítems en los cuales la

suma es menor o igual a 15 puntos. Para Biotecnología (n=9) la suma ideal deseable, para cada ítem, es de 18 puntos, por lo tanto para el análisis se eligen aquellos ítems en donde la suma es menor o igual a 9 puntos.

En los ítems que valoraron *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, por ejemplo, se descubre que la pregunta 3 de lluvia ácida muestra valores muy bajos. Esto se presenta principalmente en Biotecnología de la siguiente manera: para los 9 alumnos, y de los 18 puntos esperables para ese ítem, solamente se obtuvieron 2 puntos.

Con el mismo criterio se señalan los ítems de las otras dos *sub-competencias* en donde la puntuación resultó igual o menor al 50% de lo deseable.

En los ítems que valoraron *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, los ítems 2, 7, 9, 10 de lluvia ácida, 5c, 6c y 7c de caries presentan puntuaciones muy exiguas en Bioquímica. Por ejemplo para los ítems 9 de lluvia ácida y 7c de caries, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se obtuvieron 1 y 4 puntos, respectivamente.

De manera más acentuada en Biotecnología todos los ítems de esta *sub-competencia* presentan valores muy bajos (1, 2, 7, 8, 9 y 10 de lluvia ácida y 5c, 6c, y 7c de caries), excepto el 4c de caries. Por ejemplo para los ítems 5c y 7c de caries, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvo cero puntos en cada uno.

En los ítems que valoraron *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, el ítem con menores resultados es el 4 de lluvia ácida para ambas carreras. Por ejemplo, en Bioquímica, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se obtuvieron 8 puntos. En Biotecnología, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 4 puntos.

En Biotecnología también el ítem 3c de caries muestra valores muy bajos.

Para reconocer los alumnos con rendimientos más bajos en cada *sub-competencia*, se realiza un análisis horizontal de las tablas anteriores (C.3.1.1.1 y C.3.1.1.2), es decir, se analizan las filas y los resultados de las sumas de puntuaciones obtenidas se presentan en las columnas de los subtotales respectivos. Esto permite detectar aquellos alumnos cuyas puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos se siguieron los siguientes criterios:

- *Identificar cuestiones científicas (ICC)*: con 3 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 6 puntos.

En Bioquímica, obtuvieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 3 puntos, 50%), los siguientes alumnos: B7, B19, B22, B34, B35, B36, B38, B43 y B44 (9 de 15 estudiantes, 9/15).

En Biotecnología, consiguieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 3 puntos, 50%), los siguientes alumnos: L3, L6, L11, L16, L18, L19, L28 y L31 (8 de 9 estudiantes, 8/9).

- *Explicar fenómenos científicos (EFC)*: con 10 ítems, la suma ideal deseable para el subtotal es de 20 puntos.

En Bioquímica, alcanzaron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 10 puntos, 50%), los siguientes alumnos: B7, B13, B16, B22, B32, B34, B36, B38, B43 y B44 (10 de 15 estudiantes, 10/15).

En Biotecnología todos los alumnos de la muestra (9 de 9 estudiantes, 9/9), alcanzaron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 10 puntos, 50%).

- *Utilizar pruebas científicas (UPC)*: con 4 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 8 puntos.

En Bioquímica, obtuvieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: B22 y B43 (2 de 15 estudiantes, 2/15).

En Biotecnología, lograron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: L6, L11, L18 y L20 (4 de 9 estudiantes, 4/9).

Según los datos anteriores, puede visualizarse que *UPC* es la *sub-competencia* en la cual los estudiantes ingresantes presentan los mejores resultados a Inicio 2010. El mejor indicio de esta situación se observa en la baja proporción de alumnos en Bioquímica (2/15) cuyas puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable.

Debido al número de alumnos y de la cantidad de los ítems, sería desmesurado escanear todo el material escrito por los estudiantes. De ahora en adelante se intentará exhibir la mayor diversidad y cantidad de ejemplos de las respuestas de los alumnos que ilustren los resultados aquí obtenidos. Para tal fin se seleccionaron respuestas a diferentes preguntas, priorizando las más representativas y las que muestren mayor claridad para su lectura.

Según el análisis vertical, del cual emergen las preguntas con mayores dificultades, y de acuerdo con el análisis horizontal, que da cuenta de los alumnos con rendimientos más bajos, se selecciona como ejemplo las respuestas del alumno B43 a cada *sub-competencia científica*. A continuación se presentan algunas imágenes escaneadas, así como comentarios a las mismas.

Identificar cuestiones científicas (ICC):

Imagen 1. Alumno B43. Pregunta 3 de lluvia ácida que valora ICC a Inicio 2010.

Pregunta 3: LLUVIA ÁCIDA

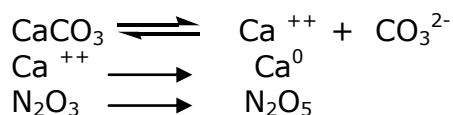
Diseña un experimento científico para comprobar que la lluvia ácida corroe el mármol.

... la lluvia ácida está compuesta por óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno. 1
Debería demostrarse a través del experimento la reacción de estos con el
carbonato de calcio.
... X... puede plantear un experimento que se base en una reacción redox, a fines
de obtener Ca^0 utilizando como agente reductor un óxido de nitrógeno/azufre.
El calcio (Ca^0) metálico precipitará, demostrando que la lluvia ácida corroe el mármol.
Al finalizar el experimento se deberían
 $CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{++} + CO_3^{2-}$ comparar la masa inicial con la final
de $CaCO_3$ y ver que se redujo.
 $Ca^{++} \longrightarrow Ca^0$
 $N_2O_3 \longrightarrow N_2O_5$

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se pretende que los estudiantes diseñen un experimento netamente explicativo, por cuanto el propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (mármol) fueron causados por la variable independiente (agua ácida). Como se puede ver en la imagen, la respuesta no contiene una descripción ni control del método utilizado.

"La lluvia ácida está compuesta por óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno. Debería demostrarse a través del experimento, la reacción de estos con el carbonato de calcio.

Se puede plantear un experimento que se base en una reacción redox, a fines de obtener Ca^0 utilizando como agente reductor un óxido de nitrógeno/azufre. El calcio (Ca^0) metálico precipitará, demostrando que la lluvia ácida corroe el mármol.



Al finalizar el experimento se deberían comparar la masa inicial con la final de $CaCO_3$, y ver que se redujo".

En la respuesta se plantea una reacción de óxido-reducción inadecuada para comprobar que la lluvia ácida corroe el mármol. Sin embargo este estudiante ingesante identifica correctamente una reacción redox (Silverstein, 2011) y utiliza las representaciones macroscópica y simbólica de la misma (Ortiz Nieves, Barreto & Medina, 2012). Se identifica parcialmente el problema objeto de investigación. Se mencionan las variables que intervienen (lluvia ácida/mármol-carbonato de calcio) y se establece ligeramente la relación causa-efecto entre las mismas. Esta respuesta obtiene una puntuación parcial de 1 punto.

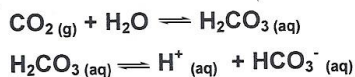
- *Explicar fenómenos científicos (EFC)*. Se presentan dos ejemplos:

Imagen 2. Alumno B43. Pregunta 7 de lluvia ácida que valora *EFC* a Inicio 2010.

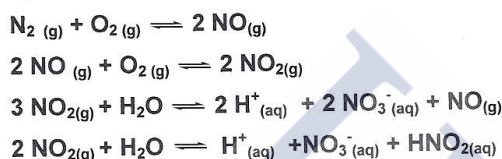
Pregunta 7: LLUVIA ÁCIDA

Te indicamos a continuación los siguientes tres grupos de ecuaciones químicas que representan las reacciones que generan tanto la acidez natural del agua como el exceso de acidez en la misma.

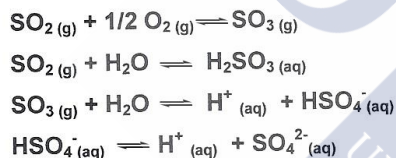
I)



II)



III)



- Sintéticamente y con tus palabras te proponemos que las expliques.
- Escribe los nombres y las respectivas fórmulas químicas de los compuestos que finalmente son responsables de la acidez de la lluvia.

a). En todas las grupos de reacciones, se comienza por la formación de óxidos ácidos. luego se les hace reaccionar con H_2O , para formar el ácido, pero se marca la disociación del ácido, lo que interesa son los H^+ , que son los que le van a dar el carácter ácido al agua, con ellos se puede calcular el pH , teniendo en cuenta si tiene 1 o 2 disociaciones y las cte. de acidez. En una reacción el primer H^+ se disocia fácilmente, mientras que el 2º H^+ se necesita más energía.

b). Ácido carbónico: H_2CO_3 las disociaciones de dichos ácidos.
 Ácido Nítrico: HNO_3 son los responsables de la acidez.
 Ácido Nitroso: HNO_2
 Ácido Sulfúrico: H_2SO_4
 Ácido Sulfuroso: H_2SO_3

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se pretende que los estudiantes interpreten el lenguaje simbólico (nomenclatura química) con la correspondiente explicación de la formación

de óxidos y ácidos. Éstos últimos responsables finales de la acidez de la lluvia.

"a) En todos los grupos de reacciones, se comienza por la formación de óxidos ácidos. Luego se los hace reaccionar con H_2O , para formar el ácido, pero se marca la disociación del ácido. Lo que interesa son los H^+ que son los que le van a dar el carácter ácido al agua. Con ellos se puede calcular el PH, teniendo en cuenta si tiene 1 o 2 disociaciones y las ctes de acidez. En una reacción el primer H^+ se disocia fácilmente, mientras que el 2º H^+ se necesita más energía.

b) Ácido carbónico: H_2CO_3

Ácido nítrico: HNO_3

Ácido nitroso: HNO_2

Ácido sulfúrico: H_2SO_4

Ácido sulfuroso: H_2SO_3

Las disociaciones de dichos ácidos son las responsables de la acidez".

Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 3. Alumno B43. Pregunta 9 de lluvia ácida que valora EFC a Inicio 2010.

Pregunta 9: LLUVIA ÁCIDA

a) ¿Cuál sería la ecuación química que simboliza la reacción entre el mármol (carbonato de calcio) y la lluvia ácida?

b) ¿Cómo se llama en la vida cotidiana el producto final de la misma?

a) $CaCO_3 + H_2O \rightarrow CaOH + H_2CO_3$

b) El producto final es cal

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se pretende que los estudiantes apliquen el lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos a una situación determinada y la utilización de modelo macroscópico relacionado con la vida cotidiana. Como se puede ver en la imagen, la respuesta contiene: en el inciso a) una ecuación química que representa la reacción entre el carbonato de calcio y el ión hidronio, para dar como productos hidróxido de calcio (con nomenclatura incorrecta) y ácido carbónico; en el inciso b) dice "el producto final es cal". Esta respuesta obtiene la puntuación mínima de cero puntos.

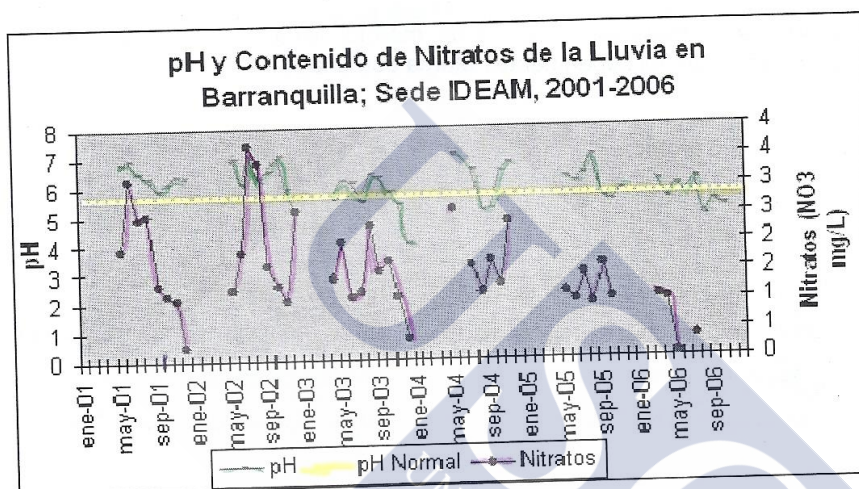
En esta *sub-competencia* se presentan dos ejemplos para dar cuenta de una situación que se repite a lo largo de esta investigación y que es la siguiente: comparativamente los alumnos tienden a describir e interpretar mejor el lenguaje simbólico, cuando tienen escritas las ecuaciones químicas, que cuando se les solicita que ellos escriban las mismas.

- Utilizar pruebas científicas (UPC):

Imagen 4. Alumno B43. Pregunta 4 de lluvia ácida que valora UPC a Inicio 2010.

Pregunta 4: LLUVIA ÁCIDA

A pesar de las actividades económicas e industriales de Barranquilla (Colombia), las cuales aumentan la probabilidad de acidificación de la atmósfera, esta ciudad se encuentra influenciada por la brisa del Mar Caribe, efecto que puede neutralizar cualquier proceso de acidificación en el medio. Este fenómeno se debe específicamente a la evaporación del agua de mar la cual, al reaccionar en la atmósfera con las sustancias productoras de lluvia ácida, ejerce una función neutralizadora.



Gráfica: tomada de IDEAM
(<http://www.ideam.gov.co:8080/sectores/Copia%20de%20Lluvia/LLuviaAcidaElPrograma.html> 05-03-10)

La línea amarilla representa el pH normal de la lluvia (5,65)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☐ Los valores de pH, generalmente por encima del rango normal, indican que no ha existido acidificación de la lluvia, situación generada muy probablemente por el efecto que la brisa marina ejerce sobre la ciudad.
- ☐ Los valores de pH mantienen un comportamiento con una preponderancia de valores por encima de 5.6, demostrando una notable disminución generalmente entre septiembre y noviembre de todos los años,
- ☐ Existe relación directa entre la concentración de nitratos y el pH en el año 2002.
- ☒ Los valores de pH mantienen un comportamiento de valores por debajo de 5.6, con disminución en enero de 2002 y el mismo mes de 2005.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se pretende que los estudiantes interpreten las pruebas suministradas en forma de gráfico para lo cual deben comprender cuáles son las variables representadas en el mismo. Como solamente la primera afirmación se ve

corroborada por los datos que figuran en el gráfico, y la respuesta incluye una afirmación incorrecta, esta respuesta obtiene una puntuación mínima de cero puntos.

Con los resultados de las *Tablas C.3.1.1.1 y C.3.1.1.2* y según se explicó en el apartado C.2.4. (*Instrumentos de análisis de la información*), las puntuaciones de los subtotales de cada *sub-competencia* y del total (*RTCC*) se convirtieron en porcentajes.

Para la transformación en porcentajes, se recuerda que, en el cuestionario Inicio 2010 existieron 17 ítems que evaluaron el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, cada uno con una puntuación máxima de 2 puntos, es decir el 100% se equiparó a un total de 34 puntos. De este modo, como hubo 3 preguntas que evaluaron *ICC*, cada una con una puntuación máxima de 2 puntos, el 100% para esta *sub-competencia* equivalió a todas las preguntas respondidas correctamente, o sea 6 puntos. En consonancia, para *EFC* el 100% correspondió a 10 preguntas equivalentes a 20 puntos y para *UPC* el máximo porcentaje, 100%, perteneció a 4 preguntas correctas, es decir, a 8 puntos.

En las *Tablas C.3.1.1.3 y C.3.1.1.4*, para Bioquímica y Biotecnología respectivamente, se exponen los resultados obtenidos para cada una de las *sub-competencias* y para la suma de las mismas (*RTCC*), expresados en porcentajes, según el criterio anteriormente descrito.

Referencias: Al. = alumno

Tabla C.3.1.1.3. Puntuaciones y porcentajes de la competencia científica Inicio 2010. Bioquímica (B) n = 15

Al.	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
B7	2	33	5	25	6	75	13	38
B10	6	100	11	55	6	75	23	67
B13	6	100	7	35	8	100	21	62
B14	6	100	11	55	6	75	23	67
B15	4	67	15	75	6	75	25	74
B16	4	67	1	5	6	75	11	32
B19	1	17	11	55	6	75	18	53
B22	3	50	4	20	4	50	11	32
B32	5	83	4	20	6	75	15	44
B34	3	50	3	15	6	75	12	35
B35	2	33	11	55	6	75	19	56
B36	3	50	6	30	6	75	15	44
B38	3	50	8	40	5	63	16	47
B43	1	17	7	35	2	25	10	29
B44	3	50	8	40	8	100	19	56

Como se puede ver en las dos tablas (*C.3.1.1.3 y C.3.1.1.4*), en la primera columna se presenta la identificación del alumno con un número, en la segunda columna se indica la puntuación obtenida por ese alumno en la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* y en la tercera columna el porcentaje correspondiente a la misma. Esta organización se

repite en las siguientes columnas para las otras dos sub-competencias *Explicar fenómenos científicos (EFC)* y *Utilizar pruebas científicas (UPC)*. En las últimas dos columnas se pueden observar la suma de la puntuación de las tres sub-competencias (*Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*) y el porcentaje de la misma, respectivamente. Se redondearon los números decimales del siguiente modo: si el decimal hallado fue mayor o igual a 5, se incrementó en una unidad el número correspondiente. En caso contrario, se suprimieron los decimales y se mantuvo su valor numérico.

Con el fin de interpretar las *Tablas C.3.1.1.3 y C.3.1.1.4*, se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7). Así, se puede ver que las transformaciones de sus puntuaciones en porcentajes son las siguientes:

- En *ICC* este alumno logra 2 puntos. Tal como se dijo en párrafos anteriores, para este cuestionario, el 100% en esta sub-competencia equivale a 6 puntos, por lo tanto el porcentaje para este estudiante en esta sub-competencia corresponde a un valor de 33%.

- De igual modo se realiza el cálculo para *EFC*: este alumno obtiene 5 puntos por lo tanto, si el 100% en esta sub-competencia es de 20 puntos totales, el cálculo del porcentaje resulta un 25%.

- En *UPC* alcanza 6 puntos de los 8 totales (100%). De esta manera el porcentaje implica el 75%.

- La suma en *RTCC* resulta 13 puntos. Si el 100% corresponde a 34 puntos, el porcentaje de este alumno en el total es de 38%.

En la *Tabla C.3.1.1.3* se puede observar que los porcentajes en *RTCC* de los alumnos que ingresan en 2010 a la carrera de Bioquímica son, en su mayoría, muy bajos. Solamente 7 de 15 alumnos superan el 50% (B10, B13, B14, B15, B19, B35 y B44). Los cuatro alumnos con mejores resultados son B10, B13, B14 y B15. Los cuatro con los resultados más bajos son B16, B22, B34 y B43. Comparando las sub-competencias, los porcentajes relativamente más altos se detectan en *UPC*, seguidos por *ICC* y finalmente por *EFC*. En esta última se destaca que solamente 5 de 15 estudiantes superan el 50% (B10, B14, B15, B19 y B35).

Tabla C.3.1.1.4. Puntuaciones y porcentajes de la competencia científica Inicio 2010. Biotecnología (L) n = 9

Al.	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
L3	3	50	10	50	8	100	21	62
L6	2	33	4	20	4	50	10	29
L11	2	33	6	30	3	38	11	32
L16	3	50	7	35	6	75	16	47
L18	1	17	4	20	0	0	5	15
L19	1	17	9	45	6	75	16	47
L20	5	83	3	15	4	50	12	35
L28	3	50	4	20	6	75	13	38
L31	3	50	4	20	6	75	13	38

En la *Tabla C.3.1.1.4* se puede observar que los porcentajes de los alumnos que ingresan en 2010 a la carrera de Biotecnología en RTCC son, en su mayoría, como en Bioquímica, muy bajos. Solamente 1 de 9 alumnos supera el 50%, el alumno con mejor resultado es el alumno L3. Los 3 alumnos con los valores más bajos son L6, L11 y L20. Comparando las *sub-competencias*, a semejanza de lo que ocurre en Bioquímica, los porcentajes relativamente más altos se detectan en UPC (salvo el alumno L18), seguidos por ICC y finalmente por EFC.

C.3.1.2. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RENDIMIENTO, INFERIDOS Y ELABORADOS A PARTIR DEL APARTADO C.3.1.1.

Teniendo en cuenta lo descrito en el apartado C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*, para comunicar los resultados mediante categorías o en una escala continua, se llevó a cabo una adaptación al procedimiento de evaluación cualitativa y comunicación en porcentajes propuesto por Biggs (2005, p. 236). De acuerdo con este criterio, en la *Tabla C.2.4.1*, en el capítulo 2, se presentaron los niveles de *competencia científica* según los rangos de puntuaciones obtenidos, expresados en porcentajes, de la siguiente manera:

- Nivel máximo, entre 100% a 70%.
- Nivel medio, de 70% a 50%.
- Nivel bajo, menor que 50%.

Teniendo en cuenta la *Tabla C.3.1.1.3*, se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7) y se puede ver que las transformaciones de sus porcentajes a niveles son las siguientes:

- En *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, este alumno alcanza un 33%. De acuerdo a lo recientemente expuesto, su nivel en esta *sub-competencia* es bajo.
- De igual modo para *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, este alumno obtiene un 25%, por lo tanto su rendimiento en esta *sub-competencia* también corresponde al nivel bajo.
- En *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, logra un porcentaje igual a 75%, es decir, para esta *sub-competencia* se ubica en el nivel máximo.
- La suma en RTCC resulta un 38% con lo cual para el rendimiento total pertenece al nivel bajo.

La *Tabla C.3.1.2.1* comprende los niveles de rendimiento para las dos carreras, tanto en el total como en las tres *sub-competencias científicas* estudiadas.

Tabla C.3.1.2.1. Niveles de rendimiento en competencia científica.
Número y porcentaje de alumnos. Inicio 2010.

Categoría de calificación	Bioquímica (B) n=15			Biotecnología (L) n=9			Competencia
	Alumno	Nº	%	Alumno	Nº	%	
Alcanza los objetivos en su máximo nivel (% puntuación alcanzada 100 a 70)	B15;	1/15	7		0/9	0	RTCC
	B10; B13; B14; B32;	4/15	27	L20;	1/9	12	ICC
	B15;	1/15	7		0/9	0	EFC
	B7; B10; B13; B14; B15; B16; B19; B32; B34; B35; B36; B44;	12/15	80	L3; L16; L19; L28; L31;	5/9	56	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	B10; B13; B14; B19; B35; B44;	6/15	40	L3; L6;	2/9	22	RTCC
	B15; B16; B22; B34; B36; B38; B44;	7/15	46	L3; L16; L28; L31;	4/9	44	ICC
	B10; B14; B19; B35;	4/15	27	L3;	1/9	11	EFC
	B22; B38;	2/15	13	L6; L20;	2/9	22	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)	B7; B16; B22; B32; B34; B36; B38; B43	8/15	53	L11; L16; L18; L19; L20; L28; L31;	7/9	78	RTCC
	B7; B19; B35; B43;	4/15	27	L6; L11; L18; L19;	4/9	44	ICC
	B7; B13; B16; B22; B32; B34; B36; B38; B43; B44;	10/15	66	L6; L11; L16; L18; L19; L20; L28; L31;	8/9	89	EFC
	B43;	1/15	7	L11; L18;	2/9	22	UPC

Como se puede apreciar en la *Tabla C.3.1.2.1*, en la primera columna se indican los niveles anteriormente aclarados: máximo, medio y bajo. En la segunda se recogen los alumnos de Bioquímica. La misma se subdivide en tres columnas: una con la identificación del alumno (Bn); la siguiente columna con la cantidad o número (Nº) de los alumnos de Bioquímica que se encuentran en el mismo nivel para la misma competencia, y la última con el porcentaje que ese número de alumnos representa del total de la muestra de Bioquímica.

La tercera columna recoge los alumnos de Biotecnología con idéntica organización que la columna de Bioquímica.

Por último, en la cuarta columna se señalan las tres *sub-competencias* (ICC, EFC, y UPC) y el *rendimiento total* (RTCC).

Para interpretar la *Tabla C.3.1.2.1* se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7). Este alumno se encuentra en el nivel bajo para EFC. En la misma celda hay 9 alumnos más, por lo tanto en la columna de "Nº" hay 10 alumnos de los 15 totales expresados de la siguiente manera: 10/15. Estos 10 alumnos representan el 66% de los estudiantes de Bioquímica analizados que se encuentran en el nivel bajo para la *sub-competencia* EFC. Por lo tanto, como puede apreciarse en la *Tabla C.3.1.2.1*, para EFC en Bioquímica, existe un 7% de alumnos en el máximo nivel, un 27% en el nivel medio y, como se explicó anteriormente, un 66% en el nivel bajo. La suma de los porcentajes en los distintos niveles, para esta *sub-competencia* en Inicio 2010, es igual al 100%.

De esta manera se llevó a cabo el análisis para cada uno de los alumnos, en las dos carreras, en las tres *sub-competencias* y en el *rendimiento total*.

- Rendimiento total en la competencia científica, RTCC

Abarca el conjunto o la suma de las siguientes tres *sub-competencias*: *Identificar cuestiones científicas* (ICC), *Explicar fenómenos científicos* (EFC) y *Utilizar pruebas científicas* (UPC).

Como se puede observar en la *Tabla C.3.1.2.1*, en el nivel bajo, un 53% de los ingresantes a Bioquímica y un 78% de los alumnos de Biotecnología están por debajo del nivel básico fijado en este estudio.

En el nivel medio se observa un 40% de alumnos de Bioquímica y un 22% de Biotecnología.

Bioquímica presenta un 7% en el nivel alto mientras que Biotecnología presenta un porcentaje nulo en dicho nivel.

En la misma *Tabla C.3.1.2.1* se exhiben los resultados obtenidos para cada una de las *sub-competencias* evaluadas, expresados en porcentaje de alumnos que alcanzaron los distintos niveles de desempeño, en que se categorizó cada una de las mismas.

- Identificar cuestiones científicas, ICC

Comprende el reconocimiento de problemas que son posibles de investigar científicamente, de las principales características de una investigación y la identificación de palabras clave para realizar una búsqueda de información.

El 18 por ciento de los ítems de evaluación de la *competencia científica* del cuestionario Inicio 2010 se relaciona con esta *sub-competencia*.

Bioquímica y Biotecnología tienen: un 27% y 44% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado, un 46% y 44% en el nivel medio y 27% y 12% en el nivel alto, respectivamente.

- Explicar fenómenos científicos, EFC

Consiste en la aplicación del conocimiento en una situación dada, describiendo o interpretando fenómenos y prediciendo cambios.

Esta *sub-competencia* está relacionada con las tareas más tradicionales de los cursos de ciencias, que se realizan en materias como Química, Física o Biología.

Aproximadamente el 59 por ciento de las tareas de evaluación de la *competencia científica* del cuestionario Inicio 2010 se relaciona con esta *sub-competencia*. Es probablemente la competencia más trabajada en las aulas ya que se basa en la aplicación de conceptos científicos. Sin embargo, se trata, en general, de la *sub-competencia* con los resultados más bajos.

Bioquímica y Biotecnología poseen, respectivamente, un 66% y 89% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado. En el nivel medio, Bioquímica (27%) duplica ampliamente a Biotecnología (11%). En el nivel alto, Bioquímica presenta un 7% y Biotecnología presenta un porcentaje nulo.

- Utilizar pruebas científicas, UPC

Las principales características de esta *sub-competencia* son la interpretación de evidencias científicas y la elaboración y comunicación de conclusiones; la identificación de supuestos, evidencias y razonamientos fundamentan las conclusiones y también la reflexión sobre las implicaciones sociales de los desarrollos de la ciencia y la tecnología.

Esta *sub-competencia* representa aproximadamente el 23 por ciento de *competencia científica* del cuestionario Inicio 2010 y se relaciona con la capacidad de sintetizar conocimiento de la ciencia y conocimiento sobre la ciencia, como también su aplicación en situaciones de la vida diaria, o relacionadas con problemas actuales.

Bioquímica y Biotecnología obtienen, respectivamente, un 7% y 22% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado y 13% y 22% en el nivel medio. Ambas carreras presentan el porcentaje más alto en el máximo nivel (80% y 56%). Se puede observar que es la *sub-competencia* en la que se obtienen mejores resultados.

C.3.1.3. CONCLUSIÓN DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 1.

Una vez analizados los resultados obtenidos con el primer instrumento de recolección de datos a inicios de 2010, se percibió que la *competencia científica* de los estudiantes ingresantes a Bioquímica y Biotecnología, se aleja bastante de lo que sería deseable desde la perspectiva de PISA 2006.

A la vista de lo expuesto, se verifica la HI1 tal como fue formulada:

Antes del inicio de los estudios universitarios la competencia científica de los estudiantes es, desde el punto de vista de PISA, insuficiente.

C.3.2. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 2: RESULTADOS DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA DE LA MUESTRA DURANTE TRES PERÍODOS LECTIVOS.

En el apartado C.1.4.2 se formuló la HI2:

El avance en las carreras universitarias, favorece la adquisición y desarrollo de la competencia científica.

Los resultados se obtuvieron a partir de tres cuestionarios sucesivos de la *competencia científica*. Ver Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información: Instrumento Fin 2010, Instrumento Fin 2011 e Instrumento Fin 2012*.

Se estableció la puesta en práctica del seguimiento a través de los tres períodos lectivos y el cursado de asignaturas de Química correspondientes al Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica y Biotecnología.

En cada instancia de recolección de la información, se realizó el análisis según el criterio anteriormente en el capítulo 2, apartado C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*.

Los datos se organizaron en tres apartados:

C.3.2.1. Análisis ítem a ítem, cuestionario a cuestionario, mediante el que se evaluó la *competencia científica* de los estudiantes al final de cada año del Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica y de Biotecnología.

C.3.2.2. Análisis comparativo entre los años lectivos en las carreras de Bioquímica y de Biotecnología.

C.3.2.3. Análisis de los niveles de rendimiento, inferidos y elaborados a partir de los apartados C.3.2.1 y C.3.2.2.

Luego, en el apartado C.3.2.4, se elaboró la conclusión de la hipótesis de investigación 2.

C.3.2.1. ANÁLISIS ÍTEM A ÍTEM, CUESTIONARIO A CUESTIONARIO, MEDIANTE EL QUE SE EVALUÓ LA COMPETENCIA CIENTÍFICA DE LOS ESTUDIANTES AL FINAL DE CADA AÑO DEL CICLO BÁSICO DE LAS CARRERAS DE BIOQUÍMICA Y DE BIOTECNOLOGÍA.

Teniendo en cuenta lo descrito en el punto C.2.4 (*Instrumentos de análisis de la información*), donde se indica cuáles son las puntuaciones y claves de corrección, los resultados se obtuvieron a partir de las respuestas

a los instrumentos de recolección de datos. Ver *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información. Instrumento Fin 2010, Instrumento Fin 2011 e Instrumento Fin 2012.*

Los valores de los datos y resultados originales o “en bruto” para su posterior elaboración pueden observarse en los siguientes anexos: *Anexo 4. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2010; Anexo 5. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2011 y Anexo 6. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2012.*

- Análisis de los resultados del cuestionario Fin 2010.

La interpretación de la significatividad del Alfa de Cronbach igual a 0,756, indica que los resultados de los 24 alumnos, respecto a los 15 ítems considerados para evaluar el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, se encuentran correlacionados de manera altamente confiable y muy aceptable (ver *Anexo 8. Fiabilidad de los cuestionarios. Alfa de Cronbach*).

Para el análisis de la información, los resultados del *Anexo 4* se reorganizan en la *Tabla C.3.2.1.1* para Bioquímica y la *Tabla C.3.2.1.2* para Biotecnología.

En las dos tablas mencionadas, en la primera columna, se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número, en la segunda columna aparecen los ítems que valoraron la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* y en la tercera columna el subtotal obtenido por cada alumno en esa *sub-competencia*. Esta organización se repite en las siguientes columnas para los ítems que valoraron las otras dos *sub-competencias (Explicar fenómenos científicos, EFC y Utilizar pruebas científicas, UPC)*. En la última columna se puede observar el resultado de la suma de los subtotales de las tres *sub-competencias (Rendimiento total en la competencia científica, RTCC)*. Por lo tanto, se agrupan las puntuaciones para cada *sub-competencia* indicando en la primera fila de la tabla los ítems y temas que se han tenido en cuenta para su valoración. Así por ejemplo, la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* fue valorada mediante los ítems 1 y 7 del tema lluvia ácida, 1c, 2c y 5c de caries; *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, se evaluó a través de los ítems 3, 4, 5 y 8 de lluvia ácida, 4c, 6c y 7c de caries; mientras que *Utilizar pruebas científicas (UPC)* se valoró con los ítems 2 y 6 de lluvia ácida y 3c de caries. En la última fila de cada tabla se han sumado las puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia*.

Para interpretar las tablas, se ejemplifica mediante el alumno número 7 de Bioquímica (B7) por ser el primero en el orden de aparición. Como se puede ver su puntuación es: 2 en *ICC*, 2 en *EFC* y 0 en *UPC*. La suma resulta un total de 4 puntos en *RTCC*.

Tabla C.3.2.1.1. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2010.

Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems ICC					Subt. ICC	Ítems EFC							Subt. EFC	Ítems UPC			Subt. UPC	RTCC
	1	7	1c	2c	5c		3	4	5	8	4c	6c	7c		2	6	3c		
B7	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	4
B10	1	2	2	1	2	8	2	1	1	0	1	2	2	9	2	0	2	4	21
B13	2	2	1	1	2	8	2	0	1	1	0	1	0	5	1	0	0	1	14
B14	0	0	2	1	2	5	2	0	1	1	1	1	0	6	2	0	0	2	13
B15	2	0	0	1	2	5	2	1	1	1	1	1	1	8	1	2	0	3	16
B16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	2
B19	0	2	2	1	2	7	1	1	1	1	0	2	1	7	0	0	0	0	14
B22	0	0	0	1	2	3	0	1	1	2	0	1	0	5	1	0	0	1	9
B32	0	0	0	1	2	3	2	0	0	0	1	1	1	5	1	0	2	3	11
B34	1	0	0	1	2	4	0	1	1	0	1	1	1	5	0	0	2	2	11
B35	0	2	0	1	2	5	1	1	1	1	1	2	1	8	1	0	0	1	14
B36	1	0	2	2	2	7	2	0	0	1	0	1	0	4	1	0	0	1	12
B38	0	0	0	2	0	2	1	1	1	1	1	1	1	7	1	0	0	1	10
B43	2	2	1	1	2	8	2	2	0	1	2	2	0	9	1	0	0	1	18
B44	1	0	1	1	2	5	2	0	0	0	1	1	1	5	1	2	0	3	13
	10	10	12	16	24		19	9	9	11	10	19	9		14	4	6		

Referencias: Al. = alumno; Subt. = Subtotal.

Tabla C.3.2.1.2. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2010.

Biotecnología (L) n = 9

Al.	Ítems ICC					Subt. ICC	Ítems EFC							Subt. EFC	Ítems UPC			Subt. UPC	RTCC
	1	7	1c	2c	5c		3	4	5	8	4c	6c	7c		2	6	3c		
L3	2	2	0	1	2	7	1	2	1	1	1	2	1	9	1	0	2	3	19
L6	2	2	0	1	2	7	2	0	1	0	0	2	1	6	1	0	2	3	16
L11	2	0	0	2	2	6	0	1	1	0	1	2	0	5	2	0	2	4	15
L16	2	0	1	1	2	6	2	1	1	0	1	2	0	7	1	0	0	1	14
L18	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	5
L19	2	2	2	2	2	10	2	2	1	1	2	1	0	9	2	2	2	6	25
L20	0	2	0	1	2	5	1	0	1	1	1	2	0	6	1	0	0	1	12
L28	0	0	0	1	0	1	2	1	1	1	0	2	1	8	1	0	0	1	10
L31	0	0	0	1	2	3	2	0	0	0	0	2	0	4	1	2	0	3	10
	10	8	3	11	16		12	7	7	4	7	16	3		10	4	8		

Referencias: Al. = alumno; Subt. = Subtotal.

Según el apartado C.2.3.2. *Criterios para el diseño de los cuestionarios de competencia científica* del capítulo 2, en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2010*, se pueden observar las preguntas propiamente dichas, dirigidas a los alumnos, en la *Parte A*. Luego, para información del lector de esta tesis, se indican los criterios de corrección y características de las preguntas los cuales figuran con letra cursiva en la *Parte B* (ver detalle en el apartado C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*).

El cuestionario de *competencia científica* Fin 2010 estuvo constituido por 15 preguntas. Como los criterios de corrección, constituyen el referencial deseable desde la ciencia, a cada pregunta se le otorgó un máximo de 2 puntos. De tal modo, el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* ideal esperable para cada estudiante fue de 30 puntos.

De acuerdo con la observación de las tablas (C.3.2.1.1 y C.3.2.1.2) se detecta que las puntuaciones, en general, en *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, son muy bajas.

Por ejemplo, en Bioquímica, los alumnos B7, B13, B14, B16, B19, B22, B32, B34, B35, B36, B38 y B44 (12 de 15 estudiantes, 12/15) no igualan ni alcanzan los 15 puntos (50% de puntuación). Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 8 de 15 alumnos quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, esta relación aumentó a 12/15. Esto significa que en Bioquímica la situación empeoró luego de un año de instrucción universitaria.

En Biotecnología, L16, L18, L20, L28 y L31 no igualan ni alcanzan los 15 puntos. Es decir, en esta instancia, 5 de 9 alumnos (5/9) no alcanzan el 50% de la puntuación deseable para el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*. Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 8/9 estudiantes quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, la relación disminuyó a 5/9. Esto significa que en Biotecnología la situación mejoró, relativamente, luego de un año de instrucción universitaria.

Con el fin de reconocer los ítems que presentaron mayores dificultades, se realiza un análisis vertical de las *Tablas C.3.2.1.1 y C.3.2.1.2*, es decir, se analizan las sumas de puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia* (se presentan los resultados en la última fila). Esto permite detectar aquellos ítems en donde las puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Se siguió el siguiente criterio: como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos, esto significa que para el caso de Bioquímica (n=15) el tope ideal esperable para cada ítem es de 30 puntos. Por lo tanto, para el análisis se seleccionan aquellos ítems en los cuales la suma es menor o igual a 15 puntos. Para Biotecnología (n=9) la suma ideal deseable, para cada ítem, es de 18 puntos, por lo tanto para el análisis se eligen aquellos ítems en donde la suma es menor o igual a 9 puntos.

En los ítems que valoraron *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, se descubre que las preguntas 1 y 7 de lluvia ácida y 1c de caries para Bioquímica muestran valores muy escasos. En Biotecnología los ítems 7 de lluvia ácida y principalmente 1c de caries son aquellos con menores puntuaciones. Por ejemplo, para la pregunta 1c de caries, en Bioquímica, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se

obtuvieron 12 puntos. En Biotecnología, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 3 puntos.

En los ítems que valoraron *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, los ítems 4, 5 y 8 de lluvia ácida, 4c y 7c de caries presentan puntuaciones muy exiguas tanto en Bioquímica como en Biotecnología. Por ejemplo, para la pregunta 7c de caries, en Bioquímica, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se obtuvieron 9 puntos. En Biotecnología, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 3 puntos.

En los ítems que valoraron *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, los ítems con menores resultados son el 6 de lluvia ácida y 3c de caries para ambas carreras. En Bioquímica la suma del ítem 2 de lluvia ácida también está por debajo del valor mencionado (15 puntos). Por ejemplo, para la pregunta 6 de lluvia ácida, en Bioquímica, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se obtuvieron 4 puntos. En Biotecnología, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 4 puntos.

Con el fin de reconocer los alumnos con rendimientos más bajos en cada *sub-competencia*, se realiza un análisis horizontal de las *Tablas C.3.2.1.1* y *C.3.2.1.2*, es decir, se analizan las filas y los resultados de las sumas de puntuaciones obtenidas se presentan en las columnas de los subtotales respectivos. Esto permite detectar aquellos alumnos en donde las puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos se siguieron los siguientes criterios:

- *Identificar cuestiones científicas (ICC)*: con 5 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 10 puntos.

En Bioquímica obtuvieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 5 puntos), los siguientes alumnos: B7, B14, B15, B16, B22, B32, B34, B35, B38 y B44 (10 de 15 estudiantes, 10/15). Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 9 de 15 alumnos quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, esta relación aumentó a 10/15. Esto significa que, en Bioquímica, la situación de las puntuaciones en ICC empeoró ligeramente luego de un año de instrucción universitaria.

En Biotecnología lograron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 5 puntos), los siguientes alumnos: L18, L20, L28 y L31 (4 de 9 estudiantes, 4/9). Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 8/9 estudiantes quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, la relación disminuyó a 4/9. Esto significa que, en Biotecnología, la situación de las puntuaciones en ICC mejoró sustantivamente luego de un año de instrucción universitaria.

- *Explicar fenómenos científicos (EFC)*: con 7 ítems, la suma ideal deseable para el subtotal es de 14 puntos.

En Bioquímica consiguieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 7 puntos), los siguientes alumnos: B7, B13, B14, B16, B19, B22, B32, B34, B36, B38 y B44 (11 de 15 estudiantes, 11/15). Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 10 de 15 alumnos quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, esta relación aumentó a 11/15. Esto significa que, en Bioquímica, la situación de las

puntuaciones en *EFC* desmejoró ligeramente luego de un año de instrucción universitaria.

En Biotecnología alcanzaron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 7 puntos), los siguientes alumnos: L6, L11, L16, L18, L20 y L31 (6 de 9 estudiantes, 6/9). Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 9/9 estudiantes quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, la relación disminuyó a 6/9. Esto significa que, en Biotecnología, la situación de las puntuaciones en *EFC* mejoró luego de un año de instrucción universitaria.

- *Utilizar pruebas científicas (UPC)*: con 3 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 6 puntos.

En Bioquímica obtuvieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 3 puntos), los siguientes alumnos: B7, B13, B14, B15, B16, B19, B22, B32, B34, B35, B36, B38, B43, B44 (14 de 15 estudiantes, 14/15). Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 2 de 15 alumnos quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, esta relación aumentó a 14/15. Esto significa que, en Bioquímica, la situación de las puntuaciones en *UPC* empeoró significativamente luego de un año de instrucción universitaria.

En Biotecnología lograron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 3 puntos), los siguientes alumnos: L3, L6, L16, L18, L20, L28, L31 (7 de 9 estudiantes, 7/9). Comparativamente, a Inicio 2010, fueron 4/9 estudiantes quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable y a Fin 2010, la relación aumentó a 7/9. Esto significa que, en Biotecnología, la situación de las puntuaciones en *UPC* empeoró claramente luego de un año de instrucción universitaria.

De lo manifestado anteriormente se puede inferir que existen diferencias en el progreso de las *sub-competencias* en el primer año de cursado entre las dos carreras: en Bioquímica se observa que los resultados empeoran en las tres *sub-competencias*, mientras que en Biotecnología mejoran en *ICC* y *EFC* y disminuyen en *UPC*. *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, es la *sub-competencia* con mayor retroceso en ambas carreras.

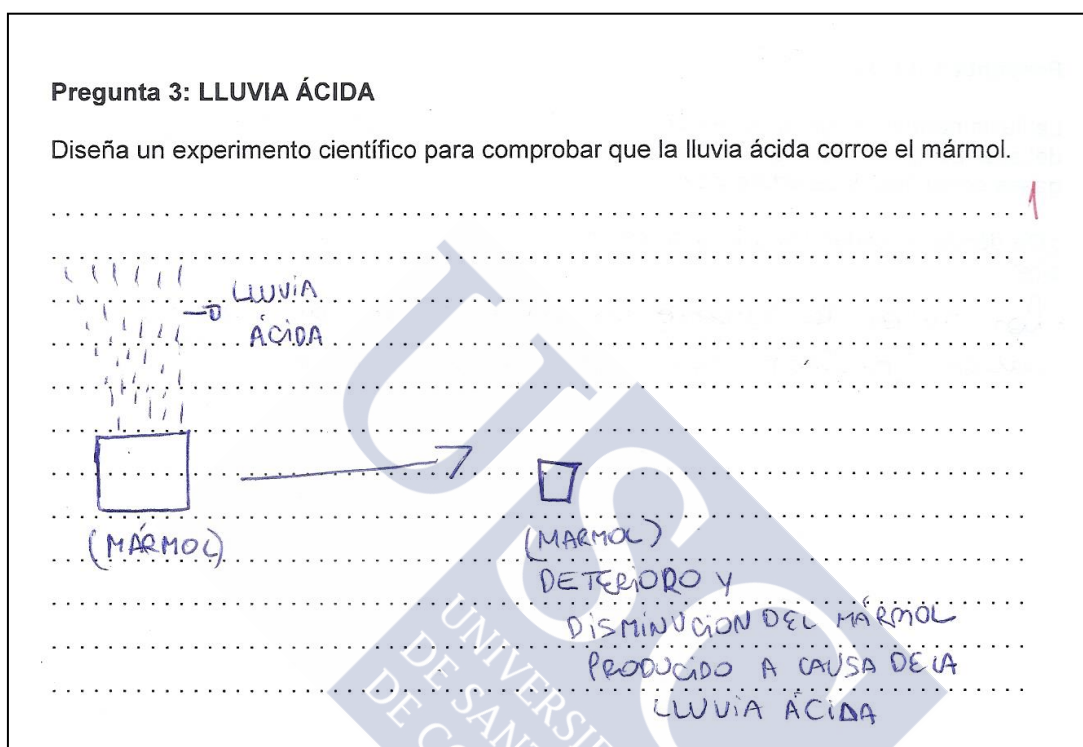
Como se ha indicado anteriormente, debido al número de alumnos y de la cantidad de los ítems, sería desmesurado escanear todo el material escrito por los estudiantes cuando contestaron el cuestionario Fin 2010. Para visualizar lo descrito en los párrafos anteriores se seleccionaron algunos ejemplos de las respuestas de los alumnos para cada *sub-competencia científica*.

A continuación se presentan algunas imágenes escaneadas, así como comentarios a las mismas.

- *Identificar cuestiones científicas (ICC):*

En Bioquímica los resultados decayeron desde Inicio 2010 a Fin 2010. Para ejemplificar esta tendencia, se selecciona el alumno B16 y se presentan dos imágenes: la respuesta a la pregunta 3 de lluvia ácida del cuestionario de Inicio 2010 y respuesta a la pregunta 1 de caries del cuestionario Fin 2010.

Imagen 5. Alumno B16. Pregunta 3 de lluvia ácida que valora ICC a Inicio 2010.



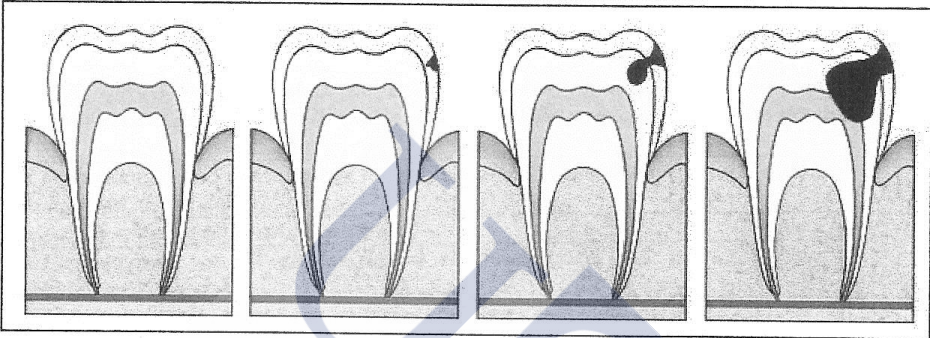
Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se pretende que los estudiantes diseñen un experimento netamente explicativo, por cuanto el propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (mármol) fueron causados por la variable independiente (agua ácida).

Como se puede ver en la imagen, la respuesta no contiene una descripción ni control del método utilizado. Se identifica parcialmente el problema objeto de investigación. Se mencionan las variables que intervienen (lluvia ácida/mármol-carbonato de calcio) y se establece ligeramente la relación causa-efecto entre las mismas. Esta respuesta obtiene una puntuación parcial de 1 punto.

Imagen 6. Alumno B16. Pregunta 1 de caries que valora ICC a Fin 2010.

CARIES DENTAL: Pregunta 1

Leber y Rottenstein en 1867 y Millar en 1890, dedujeron los principios fundamentales implicados en el desarrollo de la caries dental. En su famosa teoría química parasitaria, Millar sugiere que las bacterias bucales convierten los carbohidratos de la dieta en ácidos, que son capaces de reaccionar, solubilizar el fosfato de calcio del esmalte y producir la lesión cariosa.



¿Consideras que la caries constituye un problema que se puede investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar cuál es el origen de la caries.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

Si, evaluando los factores que afectan bacterias bucales para determinar si son nocivas para el ser humano y si lo son diseñar pasta dental capaz de eliminar todos los restos que se acumulan por la presencia de bacterias

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2010, en la Parte B, se aspira que los alumnos elaboren un diseño experimental netamente explicativo (cualitativo), por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (caries) son causados por la variable independiente (dieta o sustrato; bacterias; huésped; tiempo). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

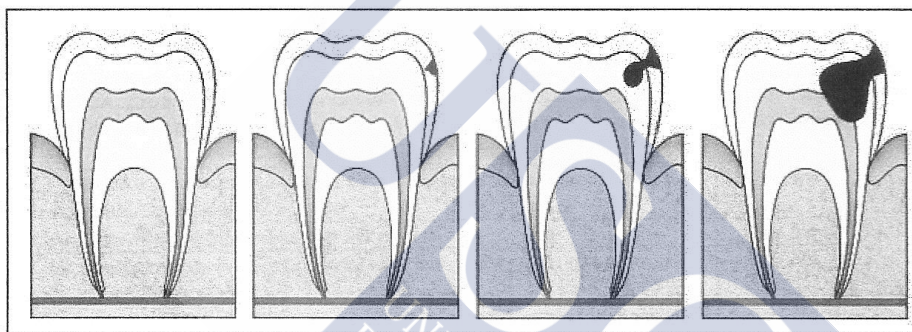
Como se puede ver en la imagen, la respuesta no establece variables ni una relación causa-efecto, no contiene una descripción ni control del método utilizado. "Sí, evaluando los factores que afectan bacterias bucales para determinar si son nocivas para el ser humano y si lo son diseñar pasta dental capaz de eliminar todos los restos que se acumulan por la presencia de bacterias". Esta respuesta obtiene una puntuación mínima de cero puntos.

En Biotecnología los resultados mejoraron desde Inicio 2010 a Fin 2010. Para ejemplificar esta situación, se selecciona el alumno L16. Este estudiante no responde a la pregunta 3 de lluvia ácida del cuestionario de Inicio 2010, por lo tanto obtuvo una puntuación mínima de cero puntos para esa instancia. Se presenta la imagen de la respuesta a la pregunta 1 de caries del cuestionario Fin 2010.

Imagen 7. Alumno L16. Pregunta 1 de caries que valora ICC a Fin 2010.

CARIES DENTAL: Pregunta 1

Leber y Rottenstein en 1867 y Millar en 1890, dedujeron los principios fundamentales implicados en el desarrollo de la caries dental. En su famosa teoría química parasitaria, Millar sugiere que las bacterias bucales convierten los carbohidratos de la dieta en ácidos, que son capaces de reaccionar, solubilizar el fosfato de calcio del esmalte y producir la lesión cariosa.



¿Consideras que la caries constituye un problema que se puede investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar cuál es el origen de la caries.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

Si se puede analizar científicamente.

Problema: ¿Qué origina las caries?

Hipótesis: Que según Miller bacterias bucales convierten los carbohidratos de la dieta en ácidos, reaccionando estos y solubilizando el fosfato del calcio del esmalte, produciendo la lesión cariosa.

Experimento: probar esto en distintos dientes:

luego de un tiempo analizar los datos.

Diente 1) - con bacterias, carbohidratos y ~~calcio~~ esmalte de fosfato de calcio.

Diente 2) - sin bacterias, carbohidrato y esmalte de fosfato de calcio.

Diente 3) Fosfato de calcio en el esmalte luego de transcurrido el tiempo.

Desde el referencial deseable que se detalla en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2010*, en la Parte B y como se puede ver en la imagen, la respuesta no contiene una descripción ni control del método utilizado.

"Sí, se puede analizar científicamente.

Problema: Qué origina las caries?

Hipótesis: que según Miller bacterias bucales convierten los carbohidratos de la dieta en ácidos, reaccionando estos y solubilizando el fosfato de calcio del esmalte, produciendo la lesión cariosa.

Experimento: probar esto en distintos dientes:

Luego de un tiempo analizar los datos:

Diente 1)- con bacterias, carbohidratos y esmalte de fosfato de calcio.

Diente 2)- Sin bacterias, carbohidratos y esmalte de fosfato de calcio.

Diente 3)- Fosfato de calcio en el esmalte, luego de transcurrido el tiempo".

Se identifica el problema objeto de investigación. Se mencionan las variables que intervienen caries, dieta o sustrato; bacterias y tiempo. Se establece ligeramente la relación causa-efecto entre las mismas. Esta respuesta obtiene una puntuación parcial de 1 punto.

- Explicar fenómenos científicos (EFC):

En Bioquímica los resultados decaen desde Inicio 2010 a Fin 2010.


Los resultados en la explicación de la fuente gaseosa que produce la lluvia ácida fueron muy buenos a Inicio 2010 y decayeron a Fin 2010. Para ejemplificar esta situación, aunque no pertenece al grupo con baja puntuación en esta *sub-competencia*, igualmente como representativo, se selecciona el alumno B35 y se presentan dos imágenes: la respuesta a la pregunta 1 de lluvia ácida del cuestionario de Inicio 2010 y respuesta a la pregunta 3 de lluvia ácida del cuestionario Fin 2010.

Imagen 8. Alumno B35. Pregunta 1 de lluvia ácida que valora EFC a Inicio 2010.

LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



Pregunta 1: LLUVIA ÁCIDA

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde proceden los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno que hay en el aire?

... los óxidos de carbono, azufre y nitrógeno que hay en el aire proceden de las diferentes fuentes de contaminación, tales como fábricas, industrias, vehículos, quema de basura, etc.

2

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Inicio 2010*, en la Parte B, se desea que los alumnos expliquen el origen de los óxidos de azufre y del nitrógeno en el aire. Las respuestas correctas requieren que demuestren comprender los agentes químicos originados por los escapes de los coches, las emisiones de las fábricas y la quema de combustibles fósiles. “*Los óxidos de carbono, azufre y nitrógeno que hay en el aire proceden de las diferentes fuentes de contaminación, tales como fábricas, industrias, vehículos, quema de basura, etc.*”. Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 9. Alumno B35. Pregunta 3 de lluvia ácida que valora EFC a Fin 2010.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 3

Los contaminantes atmosféricos primarios que dan origen a la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, siendo trasladados por los vientos cientos o miles de kilómetros antes de precipitar en forma de rocío, lluvia, llovizna, granizo, nieve, niebla o neblina. La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde proceden los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno que hay en el aire?

- Industrias: procesos de obtención de materiales diversos; motores de combustión; procesos nucleares; aerosoles; etc.

1

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del *Instrumento Fin 2010*, en la Parte B, se pretende que los alumnos expliquen el origen de los óxidos de azufre y del nitrógeno en el aire. Las respuestas correctas requieren que demuestren comprender los agentes químicos originados por los escapes de los coches, las emisiones de las fábricas y la quema de combustibles fósiles.

"- *Industrias: procesos de obtención de materiales diversos; motores de combustión; procesos nucleares; aerosoles; etc.*". Esta respuesta incluye una fuente de contaminación correcta y otra incorrecta, por lo tanto, obtiene la puntuación parcial de 1 punto.


En Biotecnología los resultados mejoraron desde Inicio 2010 a Fin 2010. Para ejemplificar esta situación, se selecciona el alumno L3 y se presentan dos imágenes: la respuesta a la pregunta 1 de lluvia ácida del cuestionario de Inicio 2010 y respuesta a la pregunta 3 de lluvia ácida del cuestionario Fin 2010.

Imagen 10. Alumno L3. Pregunta 1 de lluvia ácida que valora *EFC* a Inicio 2010.

LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



Pregunta 1: LLUVIA ÁCIDA

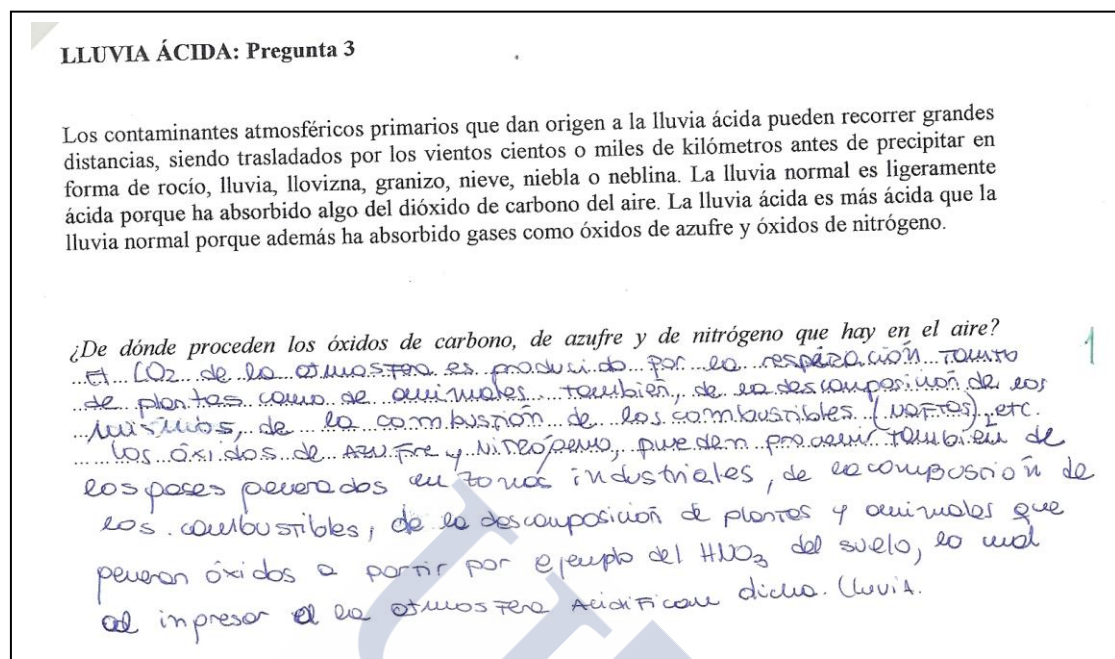
La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde proceden los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno que hay en el aire?

Algunos de los óxidos provienen de los desechos gaseosos
más que nada, de las zonas industriales.....

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del *Instrumento Inicio 2010*, en la Parte B, y como se puede ver en la imagen, en esta respuesta no se menciona la contaminación ni se proporciona una causa importante de lluvia ácida. "Algunos de los óxidos provienen de los desechos gaseosos más que nada de las zonas industriales." Por lo tanto el alumno no obtiene ninguna puntuación (cero puntos).

Imagen 11. Alumno L3. Pregunta 3 de lluvia ácida que valora EFC a Fin 2010.



Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2010, en la Parte B, y como se observa en la imagen, esta respuesta incluye una fuente de contaminación correcta y otra incorrecta.

"El CO_2 de la atmósfera es producido por la respiración tanto de plantas como de animales. También de la descomposición de los mismos, de la combustión de los combustibles (NAFTAS), etc. Los óxidos de Azufre y Nitrógeno, pueden provenir también de los gases generados en zonas industriales, de combustión de los combustibles, de la descomposición de plantas y animales que generan óxidos a partir por ejemplo de HNO_3 del suelo, lo cual al ingresar a la atmósfera acidifican dicha lluvia".

Por lo tanto el alumno obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

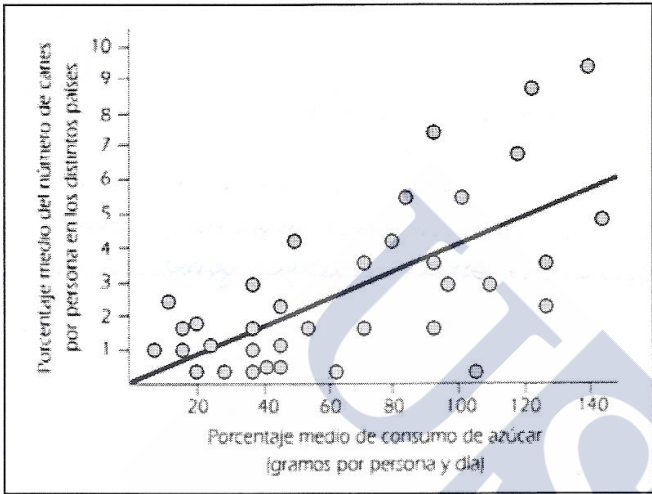
- Utilizar pruebas científicas (UPC):

Tanto en Bioquímica como en Biotecnología los resultados decayeron desde Inicio 2010 a Fin 2010. *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, es la sub-competencia con mayor retroceso en ambas carreras. Para ejemplificar esta tendencia, se seleccionan los alumnos B44 y L31, respectivamente. Se presentan cuatro imágenes: las respuestas a la pregunta 3 de caries del cuestionario de Inicio 2010 y respuesta a la pregunta 3 de caries del cuestionario Fin 2010.

Imagen 12. Alumno B44. Pregunta 3 de caries que valora *UPC* a Inicio 2010.

Pregunta 3: CARIES DENTAL

El gráfico que figura a continuación muestra el consumo de azúcar y la cantidad de caries en diversos países.



Cada país aparece representado en el gráfico por un punto.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

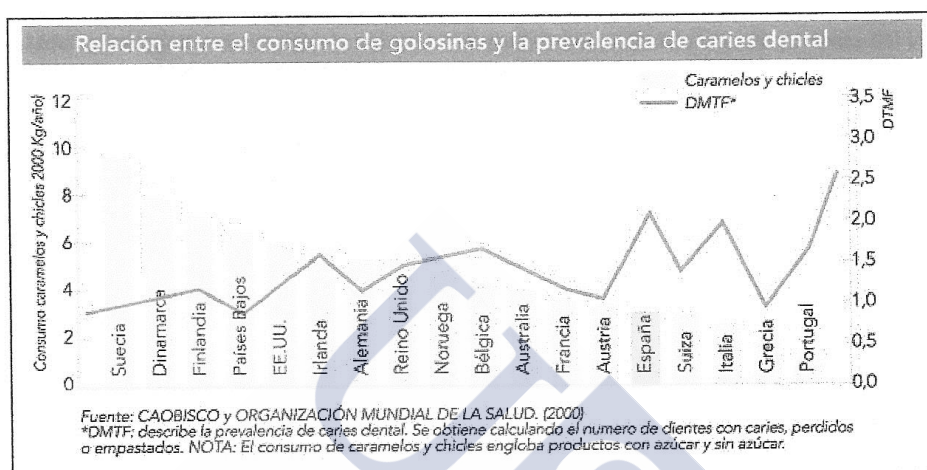
- ☐ En algunos países la gente se cepilla los dientes con más frecuencia que en otros.
- ☒ Cuanto más azúcar consume la gente, mayores son las probabilidades de tener caries.
- ☐ En los últimos años la tasa de caries se ha incrementado en muchos países.
- ☐ En los últimos años el consumo de azúcar se ha incrementado en muchos países.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Inicio 2010*, en la Parte B, se aspira a medir la familiaridad de los alumnos con el método gráfico de presentación de resultados; la capacidad de distinguir entre datos empíricos, afirmaciones probables y afirmaciones demostradas representadas en el mismo. La respuesta B es la única correcta. Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 13. Alumno B44. Pregunta 3 de caries que valora *UPC* a Fin 2010.

CARIES DENTAL: Pregunta 3

El gráfico que figura a continuación muestra el consumo de golosinas y la prevalencia de caries dental. El "índice DMF-T" que se refiere al número de dientes cariados, caídos o empastados, se usa para medir la frecuencia de la caries dental.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

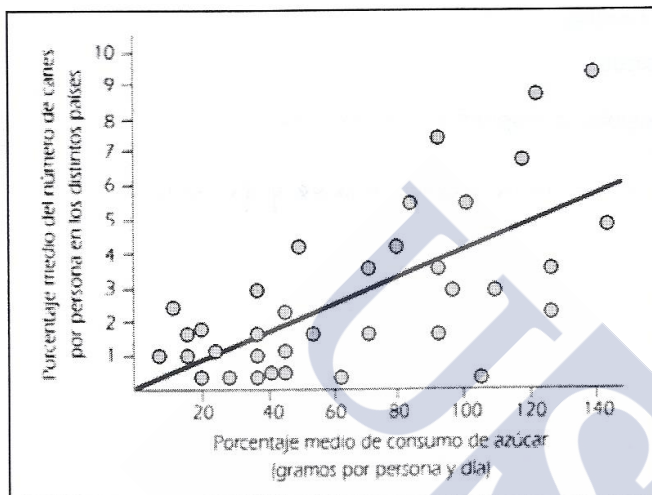
- ☐ El consumo moderado de azúcares no es un factor de riesgo principal para la prevalencia de caries.
- ☐ Cuanto más golosina consume la gente, mayor es la prevalencia de tener caries.
- ☐ La incidencia de caries en niños y adolescentes en la mayoría de los países europeos se ha ido reduciendo.
- ☒ Las cifras del DMF-T varían entre 1 en Países Bajos, y 3 en Portugal, aunque son más altas en algunos países de Europa oriental.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del *Instrumento Fin 2010*, en la Parte B, se pretende que los estudiantes interpreten y utilicen, los datos (pruebas) que se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo. La respuesta A es la única correcta. El alumno B44 selecciona la opción D (cuarto casillero), esta contiene una afirmación probablemente verdadera, que es, además, una posible explicación a ciertos datos de la gráfica. Sin embargo, no se sustenta en la información proporcionada. Por lo tanto este alumno obtiene la puntuación mínima de cero puntos.

Imagen 14. Alumno L31. Pregunta 3 de caries que valora *UPC* a Inicio 2010.

Pregunta 3: CARIES DENTAL

El gráfico que figura a continuación muestra el consumo de azúcar y la cantidad de caries en diversos países.



Cada país aparece representado en el gráfico por un punto.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☐ En algunos países la gente se cepilla los dientes con más frecuencia que en otros.
- ☒ Cuanto más azúcar consume la gente, mayores son las probabilidades de tener caries.
- ☐ En los últimos años la tasa de caries se ha incrementado en muchos países.
- ☐ En los últimos años el consumo de azúcar se ha incrementado en muchos países.

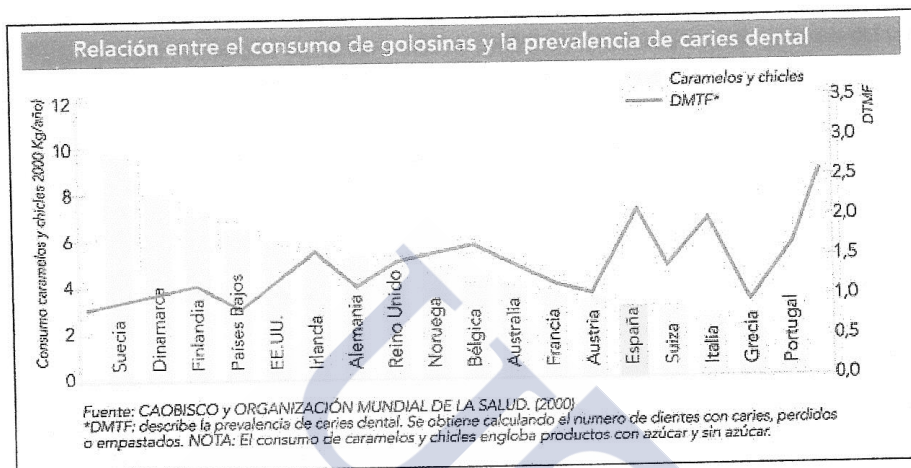
El análisis es idéntico al realizado en la respuesta correspondiente a la imagen 12, alumno B44.

Efectivamente, la respuesta B es la única correcta. Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 15. Alumno L31. Pregunta 3 de caries que valora *UPC* a Fin 2010.

CARIES DENTAL: Pregunta 3

El gráfico que figura a continuación muestra el consumo de golosinas y la prevalencia de caries dental. El “índice DMF-T” que se refiere al número de dientes cariados, caídos o empastados, se usa para medir la frecuencia de la caries dental.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☒ El consumo moderado de azúcares no es un factor de riesgo principal para la prevalencia de caries.
- ☒ Cuanto más golosina consume la gente, mayor es la prevalencia de tener caries.
- ☐ La incidencia de caries en niños y adolescentes en la mayoría de los países europeos se ha ido reduciendo.
- ☒ Las cifras del DMF-T varían entre 1 en Países Bajos, y 3 en Portugal, aunque son más altas en algunos países de Europa oriental.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del *Instrumento Fin 2010*, en la Parte B, se espera que los estudiantes interpreten y utilicen, los datos (pruebas) que se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo. La respuesta A es la única correcta. El alumno L31 selecciona, además de la correcta, dos incorrectas, las opciones B y D (segundo y cuarto casilleros, respectivamente). La opción B es verosímil, pero no se refiere a datos que se hayan proporcionado en la gráfica. La opción D contiene una afirmación probablemente verdadera, que es, además, una posible explicación a ciertos datos de la gráfica. Sin embargo, no se sustenta en la información proporcionada. Por lo tanto este alumno obtiene la puntuación mínima de cero puntos.

Con estos resultados y según se explicó en el apartado C.2.4. (*Instrumentos de análisis de la información*), las puntuaciones de los subtotales de cada *sub-competencia* y del total (RTCC) se convirtieron en porcentajes.

En el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2010*, mediante 15 ítems se evaluó el *rendimiento total en la competencia científica* (RTCC), cada uno con una puntuación máxima de 2 puntos, por lo tanto el 100% se equiparó a un total de 30 puntos. De este modo, como hubo 5 preguntas que evaluaron ICC, cada una con una puntuación máxima de 2 puntos, el 100% para esta *sub-competencia* equivalió a todas las preguntas respondidas correctamente, o sea 10 puntos. En consonancia, para EFC el 100% correspondió a 7 preguntas equivalentes a 14 puntos y para UPC el máximo porcentaje, 100%, perteneció a 3 preguntas correctas, es decir, a 6 puntos.

En las *Tablas C.3.2.1.3 y C.3.2.1.4*, para Bioquímica y Biotecnología respectivamente, se exponen los resultados obtenidos para cada una de las *sub-competencias* y para la suma de las mismas, expresados en porcentajes, según el criterio descrito anteriormente.

Referencias: Al. = alumno.

Tabla C.3.2.1.3. Puntuaciones y porcentajes de la competencia científica. Fin 2010. Bioquímica (B) n = 15

Al.	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
B7	2	20	2	14	0	0	4	13
B10	8	80	9	64	4	67	21	70
B13	8	80	5	36	1	17	14	47
B14	5	50	6	43	2	33	13	43
B15	5	50	8	57	3	50	16	53
B16	0	0	1	7	1	17	2	7
B19	7	70	7	50	0	0	14	47
B22	3	30	5	36	1	17	9	30
B32	3	30	5	36	3	50	11	37
B34	4	40	5	36	2	33	11	37
B35	5	50	8	57	1	17	14	47
B36	7	70	4	29	1	17	12	40
B38	2	20	7	50	1	17	10	33
B43	8	80	9	64	1	17	18	60
B44	5	50	5	36	3	50	13	43

Como se puede ver en las tablas (C.3.2.1.3 y C.3.2.1.4), en la primera columna se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número, en la segunda columna se indica la puntuación obtenida por ese alumno en la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas* (ICC) y en la tercer columna el porcentaje correspondiente a la misma. Esta organización se repite en las siguientes columnas para las otras dos *sub-competencias* (*Explicar fenómenos científicos*, EFC y *Utilizar pruebas científicas*, UPC). En las últimas dos columnas se pueden observar la suma

de las tres *sub-competencias* (*Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*) y el porcentaje de la misma, respectivamente.

En la *Tabla C.3.2.1.3* se puede observar que los porcentajes en *RTCC* de los alumnos luego de un año de cursado de la carrera de Bioquímica son, en su mayoría, muy bajos. Solamente 3 de 15 alumnos superan el 50% y son quienes obtienen los mejores resultados: B10, B15 y B43. Los tres estudiantes con los resultados más bajos son B7, B16 y B22. Comparando las *sub-competencias*, en general los porcentajes relativamente más altos se detectan en *ICC*, seguidos por *EFC* y finalmente por *UPC*. En esta última se destaca que solamente 4 de 15 estudiantes superan el 50%.

Con el fin de interpretar las *Tablas C.3.2.1.3* y *C.3.2.1.4*, se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7). Así, se puede ver que las transformaciones de sus puntuaciones en porcentajes son las siguientes:

- En *ICC* este alumno logra 2 puntos. Tal como se dijo en párrafos anteriores para este cuestionario el 100% en esta *sub-competencia* equivale a 10 puntos, por lo tanto el porcentaje para este estudiante en esta *sub-competencia* corresponde a un valor de 20%.

- De igual modo se realiza el cálculo para *EFC*: este alumno obtiene 2 puntos y, si el 100% en esta *sub-competencia* es de 14 puntos totales, el cálculo del porcentaje resulta un 14%.

- En *UPC* alcanza cero puntos de los 6 totales (100%). De esta manera el porcentaje implica el 0%.

- La suma en *RTCC* resulta 4 puntos. Si el 100% corresponde a 30 puntos, el porcentaje de este alumno en el total es de 13%.

Se redondearon los números decimales del siguiente modo: si el decimal hallado fue mayor o igual a 5, se incrementó en una unidad el número correspondiente. En caso contrario, se suprimieron los decimales y se mantuvo su valor numérico.

Tabla C.3.2.1.4. Puntuaciones y porcentajes de la competencia científica. Fin 2010. Biotecnología (L) n = 9

Al.	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
L3	7	70	9	64	3	50	19	63
L6	7	70	6	43	3	50	16	53
L11	6	60	5	36	4	67	15	50
L16	6	60	7	50	1	17	14	47
L18	3	30	2	14	0	0	5	17
L19	10	100	9	64	6	100	25	83
L20	5	50	6	43	1	17	12	40
L28	1	10	8	57	1	17	10	33
L31	3	30	4	29	3	50	10	33

En la *Tabla C.3.2.1.4* se puede observar que los porcentajes de los alumnos luego de un año de cursado de la carrera de Biotecnología en *RTCC* son, en su mayoría, bajos. Cuatro de 9 alumnos igualan o superan el 50% (L3, L6, L11 y L19). Los alumnos con mejores resultados son L3, L6 y L19.

Los alumnos con resultados más bajos son L18, L28 y L31. Comparando las sub-*competencias*, a semejanza de lo que ocurre en Bioquímica, en general, los porcentajes relativamente más altos se detectan en ICC, seguidos por EFC y finalmente por UPC.

Finalizando el análisis de los resultados del cuestionario Fin de 2010, luego de un año de instrucción, se ha de señalar que el punto de partida de la *competencia científica* y el desarrollo de la misma de cada estudiante puede ser diferente.

Si se considera que la *competencia científica* inicial de los alumnos es distinta y que sus procesos de aprendizaje son personales y posiblemente diferentes para cada uno de ellos, no se puede esperar que una única perspectiva de enseñanza y evaluación sea totalmente efectiva en el sentido de que todos desarrollen y manifiesten dicha competencia de la misma forma. Sin embargo, si se considera el aprendizaje como un enriquecimiento de la estructura cognitiva y emocional del individuo, se puede entonces percibir, teniendo en cuenta los resultados que se disponen, que el aprendizaje es un proceso gradual y no lineal de modificación de ideas, y la evolución de competencias, en este caso de *competencia científica*, se asocia al mismo.

Aunque este estudio se realizó en las asignaturas de Química los estudiantes también pudieron desarrollar sus competencias en otras asignaturas que cursan en paralelo.

El desarrollo de las clases en las asignaturas de Química de primer año del Ciclo Básico está caracterizado de la siguiente manera:

- Las clases teóricas, aproximadamente de dos horas semanales, son expositivas y de transmisión de conceptos. Los estudiantes son meros agentes pasivos y no participan activamente en el aprendizaje.
- Las clases de coloquio, aproximadamente de tres horas semanales, son interactivas y consisten básicamente en la resolución de problemas de lápiz y papel, en los cuales se realizan cálculos y se resuelven ejercicios.
- Los trabajos prácticos o clases de laboratorio, aproximadamente de tres horas semanales, consisten en la realización de experiencias mediante el desarrollo de guiones ya elaborados por el profesor ("*recetas*"). Los alumnos no elaboran diseños experimentales, revisados por el profesor, para después desarrollarlos en el laboratorio.
- Existen horarios de consultas presenciales o a través de correo electrónico. Los alumnos recurren a este recurso muy esporádicamente y en un número muy reducido. No hay clases de tutorías en las que el profesor guía en el aprendizaje a pequeños grupos de alumnos.

Según indica Cañal (2011), la *competencia científica* es un nuevo factor curricular, anteriormente no contemplado.

Tal como están escritos, en los planes de estudios de las carreras de Bioquímica y Biotecnología no se menciona explícitamente como objetivo el desarrollo de la *competencia científica*. De tal modo, no cabría esperar que una enseñanza de las ciencias organizada de acuerdo con el marco curricular precedente pudiera realizar aportaciones trascendentes al desarrollo de la misma. Sin embargo, buena parte de las aportaciones del

enfoque de competencias ya estaba presente en realidad (aunque no explícito) en las propuestas curriculares anteriores, de base socio-constructivista, y en la práctica innovadora de la enseñanza de las ciencias coherente con el conocimiento didáctico actual.

En este sentido, se podría pensar que las condiciones necesarias para el desarrollo de la *competencia científica* del alumnado no se satisfacen sólo con el requisito de lograr un aprendizaje significativo. Sería preciso atender al menos otras exigencias: seleccionar los contenidos esenciales o más importantes, promover la construcción de saberes integrados y lograr la extensión de la funcionalidad de los aprendizajes científicos.

Las posibles causas de los resultados encontrados luego de un año de instrucción (desde Inicio hasta Fin de 2010) pueden encontrarse en la enseñanza habitual que se practica en las asignaturas de Química de primer año del Ciclo Básico de Bioquímica y Biotecnología. La misma tiene un enfoque predominante transmisor de contenidos conceptuales excesivos.

- Análisis de los resultados del cuestionario Fin de 2011.

La interpretación de la significatividad del Alfa de Cronbach igual a 0,594, indica que los resultados de los 24 alumnos, respecto a los 14 ítems considerados para evaluar el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, se encuentran correlacionados en forma confiable y aceptable (ver *Anexo 8. Fiabilidad de los cuestionarios. Alfa de Cronbach*).

Para el análisis de la información, los resultados del *Anexo 5. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2011*, se reorganizan en la *Tabla C.3.2.1.5* para Bioquímica y la *Tabla C.3.2.1.6* para Biotecnología.

Referencias: Al. = alumno; Subt. = Subtotal.

Tabla C.3.2.1.5. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2011.

Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems ICC				Subt. ICC	Ítems EFC						Subt. EFC	Ítems UPC				Subt. UPC	RTCC
	1	2	1c	2c		3	4	5	8	5c	6c		6	7	3c	4c		
B7	0	2	2	1	5	1	1	2	0	0	0	4	2	2	2	1	7	16
B10	2	1	1	1	5	2	2	2	1	0	2	9	2	2	2	1	7	21
B13	1	2	2	1	6	2	0	2	1	0	0	5	1	1	1	1	4	15
B14	0	0	0	2	2	2	0	2	1	0	0	5	1	1	1	1	4	11
B15	1	2	2	2	7	2	2	2	2	2	1	11	1	2	2	1	6	24
B16	1	2	2	1	6	0	1	2	0	0	1	4	1	2	2	1	6	16
B19	1	2	2	2	7	2	1	2	2	0	0	7	1	0	0	1	2	16
B22	1	2	2	2	7	2	1	2	2	0	1	8	1	2	2	0	5	20
B32	1	2	2	2	7	2	2	2	2	0	1	9	1	2	1	2	6	22
B34	1	2	2	2	7	0	2	2	2	0	1	7	1	1	1	1	4	18
B35	1	0	0	1	2	1	2	2	2	0	1	8	2	2	1	2	7	17
B36	1	2	2	1	6	2	2	2	2	0	2	10	1	1	1	1	4	20
B38	1	2	2	1	6	1	0	2	1	0	1	5	1	1	1	1	4	15
B43	1	2	2	2	7	1	2	2	2	1	2	10	1	1	1	1	4	21
B44	1	2	2	2	7	2	1	1	1	0	1	6	2	2	2	1	7	20
	14	25	25	23		22	19	29	21	3	14		19	22	20	16		

Referencias: Al. = alumno; Subt. = Subtotal.

Tabla C.3.2.1.6. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2011.

Biotecnología (L)

n = 9

Al.	Ítems ICC				Subt. ICC	Ítems EFC						Subt. EFC	Ítems UPC				Subt. UPC	RTCC
	1	2	1c	2c		3	4	5	8	5c	6c		6	7	3c	4c		
L3	0	2	2	1	5	2	1	1	2	0	2	8	1	1	2	1	5	18
L6	1	2	2	1	6	2	2	2	2	0	2	10	1	2	1	2	6	22
L11	1	2	2	1	6	2	1	2	2	0	2	9	1	2	2	0	5	20
L16	1	0	0	2	3	2	0	2	2	0	2	8	1	0	1	1	3	14
L18	1	0	0	1	2	2	0	2	2	0	0	6	1	1	1	0	3	11
L19	1	2	2	0	5	2	2	2	2	0	2	10	1	2	2	2	7	22
L20	1	2	2	2	7	2	1	1	2	0	0	6	1	1	2	1	5	18
L28	1	2	2	1	6	2	2	2	2	2	2	12	1	2	1	1	5	23
L31	0	0	0	1	1	2	1	2	2	0	0	7	2	1	2	2	7	15
	7	12	12	10		18	10	16	18	2	12		10	12	14	10		

Referencias: Al. = alumno; Subt. = Subtotal.

Como se puede ver en cada tabla, en la primera columna se presenta la identificación del alumno con un número, en la segunda columna aparecen los ítems que valoraron la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* y en la tercera columna el subtotal obtenido por cada alumno en esa *sub-competencia*. Esta organización se repite en las siguientes columnas para los ítems que valoraron las otras dos *sub-competencias (Explicar fenómenos científicos, EFC y Utilizar pruebas científicas, UPC)*. En la última columna se puede observar el resultado de la suma de los subtotales de las tres *sub-competencias (Rendimiento total en la competencia científica, RTCC)*. Por lo tanto, se agrupan las puntuaciones para cada *sub-competencia* indicando en la primera fila de la tabla los ítems y temas que se han tenido en cuenta para su valoración. Así por ejemplo, la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* fue valorada mediante los ítems 1 y 2 del tema lluvia ácida, 1c y 2c de caries; *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, se evaluó a través de los ítems 3, 4, 5 y 8 de lluvia ácida, 5c y 6c de caries; mientras que *Utilizar pruebas científicas (UPC)* se valoró con los ítems 6 y 7 de lluvia ácida, 3c y 4c de caries.

Para interpretar las tablas, se ejemplifica mediante el alumno número 7 de Bioquímica (B7) por ser el primero en el orden de aparición. Como se puede ver su puntuación es: en *ICC*, 5 puntos; en *EFC*, 4 puntos y en *UPC*, 7 puntos. La suma resulta un total de 16 puntos en *RTCC*.

En la última fila de cada tabla se han sumado las puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia*.

Según el apartado C.2.3.2. *Criterios para el diseño de los cuestionarios de competencia científica* del capítulo 2, en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2011*, se pueden observar las preguntas propiamente dichas, dirigidas a los alumnos, en la *Parte A*. Luego, para información del lector de esta tesis, se indican los criterios de corrección y características de las preguntas los cuales figuran con letra cursiva en la *Parte B* (ver detalle en el apartado C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*).

El cuestionario de *competencia científica* Fin 2011 está constituido por 14 preguntas. Según los criterios de corrección, que constituyen el referencial deseable desde la ciencia, a cada pregunta se le otorgó un máximo de 2 puntos. De tal modo, el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* ideal esperable para cada estudiante es de 28 puntos.

De acuerdo con la observación de las tablas (C.3.2.1.5 y C.3.2.1.6) se detecta que las puntuaciones, en *RTCC*, en general, son mejores en relación a los cuestionarios anteriores, si se tienen en cuenta los análisis que se citan a continuación:

- En Bioquímica, solamente el alumno B14 (1 de 15 estudiantes) no iguala ni alcanza los 14 puntos (50% de puntuación). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 8/15 y a Fin 2010, 12/15 estudiantes. Esto significa que en Bioquímica, la situación empeoró luego del primer año pero mejoró (1/15), significativamente, a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria.

- En Biotecnología, ocurre algo similar, solamente un alumno (1 de 9 estudiantes), L18, no iguala ni alcanza los 14 puntos (50% de puntuación).

Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 8/9 y a Fin 2010, 5/9 estudiantes. Esto significa que en Biotecnología la situación continuó mejorando (1/9) a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria.

Para reconocer los ítems que presentaron mayores dificultades, se realiza un análisis vertical de las *Tablas C.3.2.1.5* y *C.3.2.1.6*, es decir, se analizan las sumas de puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia* (se presentan los resultados en la última fila). Esto permite detectar aquellos ítems en donde las puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Se siguió el siguiente criterio: como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos, esto significa que para el caso de Bioquímica (n=15) el tope ideal esperable para cada ítem es de 30 puntos. Por lo tanto, para el análisis se seleccionan aquellos ítems en los cuales la suma es menor o igual a 15 puntos. Para Biotecnología (n=9) la suma ideal deseable, para cada ítem, es de 18 puntos, por lo tanto para el análisis se eligen aquellos ítems en donde la suma es menor o igual a 9 puntos.

En los ítems que valoraron *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, se detecta que el ítem 1 de lluvia ácida muestra valores bajos en ambas carreras. Por ejemplo, en Bioquímica, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se obtuvieron 14 puntos. En Biotecnología, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 7 puntos.

En los ítems que valoraron *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, el ítem 5c de caries presenta puntuaciones muy escasas en ambas carreras. En Bioquímica, el ítem 6c de caries también presenta puntuaciones bajas. Por ejemplo, para la pregunta 5c de caries, en Bioquímica, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se obtuvieron 3 puntos. En Biotecnología, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 2 puntos.

En los ítems que valoraron *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, no se detectan ítems con valores por debajo del criterio establecido.

Con el propósito de reconocer los alumnos con rendimientos más bajos en cada *sub-competencia*, se realiza un análisis horizontal de las *Tablas C.3.2.1.5* y *C.3.2.1.6*, es decir, se analizan las filas y los resultados de las sumas de puntuaciones obtenidas se presentan en las columnas de los subtotales respectivos. Esto permite detectar aquellos alumnos en donde las puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos se siguieron los siguientes criterios:

- *Identificar cuestiones científicas (ICC)*: con 4 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 8 puntos.

En Bioquímica obtuvieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: B14 y B35 (2 de 15 estudiantes, 2/15). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 9/15 y a Fin 2010, 10/15 estudiantes. Esto significa que en Bioquímica, la situación empeoró luego del primer año pero mejoró significativamente 2/15, a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria.

En Biotecnología consiguieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: L16, L18 y L31 (3 de 9 estudiantes, 3/9). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 8/9 y a Fin 2010, 4/9 estudiantes. Esto significa que en Biotecnología la situación continuó mejorando (3/9) a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria.

- *Explicar fenómenos científicos (EFC)*: con 6 ítems, la suma ideal deseable para el subtotal es de 12 puntos.

En Bioquímica lograron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 6 puntos, 50%), los siguientes alumnos: B7, B13, B14, B16, B38 y B44 (6 de 15 estudiantes, 6/15). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 10/15 y a Fin 2010, 11/15 estudiantes. Esto significa que en Bioquímica, la situación decayó luego del primer año pero mejoró (6/15), significativamente, a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria.

En Biotecnología alcanzaron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 6 puntos, 50%), los siguientes alumnos: L18 y L20 (2 de 9 estudiantes, 2/9). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 9/9 y a Fin 2010, 6/9 estudiantes. Esto significa que en Biotecnología la situación continuó mejorando (2/9) a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria.

- *Utilizar pruebas científicas (UPC)*: con 4 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 8 puntos.

En Bioquímica obtuvieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: B13, B14, B19, B34, B36, B38 y B43 (7 de 15 estudiantes, 7/15). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 2/15 y a Fin 2010, 14/15 estudiantes. Esto significa que, en Bioquímica, la situación desmejoró apreciablemente luego del primer año pero prosperó (7/15), a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria. Cabe aclarar que, aunque el desarrollo es favorable a Fin 2011, no recupera los valores iniciales de Inicio 2010 (2/15).

En Biotecnología consiguieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: L16 y L18 (2 de 9 estudiantes, 2/9). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 4/9 y a Fin 2010, 7/9 estudiantes. Esto significa que en Biotecnología la situación mejoró (2/9) a Fin 2011, luego de los dos años de instrucción universitaria.

De lo manifestado anteriormente se puede inferir que, el progreso de las tres *sub-competencias*, en el segundo año de cursado, mejoró en ambas carreras.

Para visualizar lo descrito en los párrafos anteriores se seleccionaron algunos ejemplos de las respuestas de los alumnos para cada *sub-competencia científica*. Debido a que Bioquímica y Biotecnología tienen la misma tendencia a mejorar luego de dos años de instrucción, a

continuación se presentan algunas imágenes escaneadas, así como comentarios a las mismas.

- Identificar cuestiones científicas (ICC):

Como se analizó anteriormente, en Bioquímica los resultados mejoraron desde Fin 2010 a Fin 2011. Para ilustrar esta situación, se seleccionaron dos ejemplos.


En primer lugar al alumno B16 en cuyas respuestas, a preguntas similares, obtuvo: 1 punto, en la pregunta 3 de lluvia ácida a Inicio 2010; cero puntos en la pregunta 1 de caries, a Fin 2010 (ver imágenes anteriores 5 y 6) y 2 puntos en la pregunta 2 de lluvia ácida a Fin 2011, respectivamente. Se presenta la imagen de la respuesta de B16, a la pregunta 2 de lluvia ácida, del cuestionario de Fin 2011.

Imagen 16. Alumno B16. Pregunta 2 de lluvia ácida que valora ICC a Fin 2011.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 2

La lluvia ácida, el incremento del dióxido de carbono que se disuelve en los océanos y el aumento en las temperaturas del planeta, incluyendo la del agua de mar, han interferido en la reproducción de algunas especies y en la capacidad de otras (las llamadas calcificadoras, tales como corales, almejas, caracoles, etc.) para producir conchas y esqueletos de carbonato de calcio.

La imagen de un caracol sirve de ejemplo: la acidificación del agua ha afectado la parte superior de la capa externa de la concha, dejándola blanca y con un brillo perlado.



¿Consideras que los efectos de la lluvia ácida se pueden investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar que la lluvia ácida produce daños en conchas o esqueletos marinos.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

... Si se pueden investigar. Tomando dos muestras de conchas, suministrarle a una agua de lluvia y a la otra agua de lluvia ácida, realizarle un seguimiento y observar que pasa en cada una. Se espera ver que a la concha sumergida con lluvia ácida este afectada, dejándola blanca y con un brillo perlado, y que la otra tenga un efecto menor, ya que es ligeramente ácida.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2011, en la Parte B, se pretende que los estudiantes diseñen un experimento netamente explicativo, por

cuanto el propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (conchas o esqueletos marinos) fueron causados por la variable independiente (agua ácida). Como se puede ver en la imagen, la respuesta contiene una descripción y cierto control del método utilizado.

“Si se puede investigar. Tomando dos muestras de conchas, suministrarle, a una agua de lluvia y a la otra agua de lluvia ácida, realizarle un seguimiento y observar que pasa en cada una. Se espera ver que a la concha sumergida con lluvia ácida esté afectada, dejándola blanca y con un brillo perlado, y que la otra tenga un efecto menor, ya que es ligeramente ácida”. Se identifica el problema objeto de investigación. Se mencionan las variables que intervienen (lluvia ácida/conchas o esqueletos marinos) y se establece la relación causa-efecto entre las mismas. Esta respuesta obtiene una puntuación de 2 puntos.

En segundo lugar se selecciona al alumno B14 en cuyas respuestas, a preguntas similares, obtuvo: 2 puntos en la pregunta 2 de caries, a Inicio 2010; 1 punto, en la pregunta 2 de caries a Fin 2010 y nuevamente 2 puntos en la pregunta 2 de caries a Fin 2011. Seguidamente, se presentan las tres imágenes en forma secuencial.

Imagen 17. Alumno B14. Pregunta 2 de caries que valora ICC a Inicio 2010.

Pregunta 2: CARIES DENTAL

Un determinado país tiene un alto porcentaje de personas con caries.
¿Se puede responder a las siguientes preguntas sobre las caries en ese país recurriendo a experimentos científicos? Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las preguntas.

¿Qué efecto tendría sobre las caries añadir flúor al suministro de agua?	<input checked="" type="radio"/> Sí / No	2
¿Cuál debería ser el costo de una visita al dentista?	Sí / <input checked="" type="radio"/> No	

Si en algún caso, tu respuesta es “Sí”, diseña un experimento científico para comprobar el hecho.

.....
Si se agrega flúor a un porcentaje de agua y luego esta se le fuera suministrada a un grupo de personas durante un periodo determinado se podría observar si esto afectaría cambios en la producción de caries en la población.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se espera que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que se pueden responder mediante la investigación científica, de las que no pueden serlo. Las respuestas correctas son: Sí, No, en este orden. Además se pretende que el diseño experimental sea netamente explicativo, por cuanto el propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (caries)

fueron causados por la variable independiente (añadir flúor al agua). "Si se agrega flúor a un porcentaje de agua y luego esta se le fuera suministrada a un grupo de personas durante un período determinado se podría observar si esto efectúa cambios en la producción de caries en la población.-". Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 18. Alumno B14. Pregunta 2 de caries que valora ICC a Fin 2010.

CARIES DENTAL: Pregunta 2

ESTUDIO SOBRE LA CARIES EN RATAS

Se llevaron a cabo experimentos con ratas para buscar evidencias de que la caries dental es una enfermedad infecto contagiosa. Durante un tiempo se suministró dieta cariogénica (rica en carbohidratos) a diferentes grupos de ejemplares. Esto es lo que sucedió:

30 ejemplares libres de caries se dividieron en tres grupos: 10 recibieron una cierta cantidad de sacarosa en su dieta y permanecieron aislados; otros 10 recibieron la misma dieta y estuvieron en contacto con animales que sí presentaban caries dental, y por último otros 10 no recibieron dieta y estuvieron en contacto con animales que sí presentaban caries dental.

Al final como conclusión del estudio se diagnosticó la presencia o no de caries en las 30 ratas.

a) ¿Es probable que alguna de estas preguntas formara parte del cuestionario de investigación del estudio? Rodea «Sí» o «No» con un círculo para cada una de las preguntas.

¿Es probable que esta fuera una de las preguntas del cuestionario de investigación del estudio?	¿Sí o No?
¿Qué dieta se debe suministrar a las ratas?	<input checked="" type="radio"/> Sí / <input type="radio"/> No
¿Qué efecto tiene en los dientes de las ratas una dieta rica en carbohidratos?	<input checked="" type="radio"/> Sí / <input type="radio"/> No
¿Qué efecto tiene el contacto con animales con caries en los dientes de las ratas?	<input checked="" type="radio"/> Sí / <input type="radio"/> No
¿Qué efecto tiene este experimento sobre la salud de las variedades de ratas?	<input type="radio"/> Sí / <input checked="" type="radio"/> No

b) Explica, lo más detalladamente posible, las respuestas que hayas elegido.

la última considero que no porque lo que interesa es la salud del ser humano que no es igual de una rata.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2010, en la Parte B, se requiere que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que se pueden responder mediante la investigación científica, de las que no pueden serlo. Las respuestas correctas son: No, Sí, Sí, No; en este orden. Además se pide una explicación de sus elecciones. Como la respuesta del alumno incluye al menos tres afirmaciones correctas y la explicación no establece variables ni una relación causa-efecto. "la última considero que no porque lo que interesa es la salud del ser humano que no es igual de una rata-". Esta respuesta obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

Imagen 19. Alumno B14. Pregunta 2 de caries que valora ICC a Fin 2011.

CARIES DENTAL: Pregunta 2

A continuación podrás leer una adaptación del resumen de un artículo académico publicado en Archivos Latinoamericanos de Nutrición, órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

Hábitos alimentarios y experiencia de caries en adultos jóvenes en Rosario, Argentina

Kohli A, Poletto L. y Pezzotto SM

Cátedra de Histología y Embriología Facultad de Odontología, Consejo de Investigaciones, Universidad Nacional de Rosario, Argentina

RESUMEN

En Rosario la atención odontológica se brinda en ámbitos privados y públicos. Los servicios públicos carecen de programas para evitar la pérdida dentaria en adultos. Nuestro objetivo fue describir el perfil epidemiológico de experiencia de caries y hábitos dietéticos en tres sub-poblaciones de adultos jóvenes. Se investigaron 517 pacientes, ambos sexos, 15-45 años, concurrentes a un servicio privado (19%) y dos públicos (81%), uno céntrico y otro marginal. Variables investigadas: consumo de lácteos y alimentos dulces y estado bucal. Se aplicaron pruebas estadísticas. Promedios hallados: dientes cariados 1,7 en privado y 4,1 en públicos; dientes ausentes 5,4 en privado y 6,8 en públicos. Consumo diario de lácteos: mayoría en pacientes de ámbito privado. En los servicios públicos los pacientes reemplazan la leche por el mate. Alimentos dulces: los que acuden al sector privado consumen panificados tipo facturas, tortas, galletitas; y a los públicos caramelos blandos, alfajores y dulce de leche.

Palabras claves: Epidemiología, hábitos alimentarios, estado bucal y socioeconómicos.

OLETTTO L, Kohli A y PEZZOTTO, SM. **Hábitos alimentarios y experiencia de caries en adultos jóvenes en Rosario, Argentina.** *ALAN*. [Online]. dic. 2007, vol.57, no.4 [citado 21 Septiembre 2011], p.381-386. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0004-0622.

a) ¿Alguna de estas preguntas ha formado parte de la investigación indicada anteriormente? Rodea «Sí» o «No» con un círculo para cada una de las preguntas.

¿Alguna de estas preguntas ha formado parte de la investigación indicada anteriormente?	Respuesta
¿Quiénes desarrollan más caries, los hombres o las mujeres?	Sí / <input checked="" type="radio"/> No
¿Qué hábitos dietéticos tienen determinadas poblaciones de individuos?	<input checked="" type="radio"/> Sí / No
¿Qué proporciones hay de dientes cariados y ausentes en los servicios estudiados?	<input checked="" type="radio"/> Sí / No
¿Cómo es la atención odontológica en Rosario?	Sí / <input checked="" type="radio"/> No

b) ¿Cómo está compuesta la muestra objeto de investigación?

Esta compuesta por 3 sub-poblaciones de adultos jóvenes determinadas al en ámbitos público y 1 en el ámbito privado.

c) De las variables investigadas, ¿cuáles son la independiente y la dependiente?

Las independientes son: el consumo de lácteos y alimentos dulces y la dependiente: el estado bucal.

Desde el referencial deseable que se detalla en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2011*, en la Parte B, se requiere que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que se pueden responder mediante la investigación científica de las que no pueden serlo. Las respuestas correctas son: a) No, Sí, Sí, No; en este orden, identificando los problemas de investigación. b) Se caracteriza la muestra a partir de los datos proporcionados en el texto. "*Está compuesta por 3 sub-poblaciones de adultos jóvenes determinadas en 2 en ámbitos público y 1 en el ámbito privado*". c) Se identifican la variable independiente y las dependientes. "*Las independientes son: el consumo de lácteos y alimentos dulces y la dependiente: el estado dental*". Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

De lo expuesto para ICC, luego de dos años de instrucción, se ve claramente un avance en el reconocimiento de los rasgos clave de la investigación científica y un adelanto en la identificación de preguntas que se pueden responder mediante la misma.

- *Explicar fenómenos científicos (EFC)*:

Tanto en Bioquímica como en Biotecnología los resultados mejoraron desde Fin 2010 a Fin 2011.

En esta *sub-competencia*, cabe destacar que los resultados en la explicación de la fuente gaseosa que produce la lluvia ácida fueron muy buenos a Inicio 2010, decayeron a Fin 2010 y luego progresaron a lo largo de la investigación.

Para ilustrar los resultados de otros aspectos de EFC trabajados en los cuestionarios, se analiza la utilización del lenguaje simbólico (escritura e interpretación de ecuaciones químicas). A Inicio 2010 se observó un modelo (B43) de la tendencia de los alumnos a describir e interpretar mejor el lenguaje simbólico de las ecuaciones químicas ya escritas, que a escribirlas por ellos mismos (Ver imágenes 2 y 3). Esta situación se repitió o declinó a Fin 2010 y progresó a Fin 2011. Para ejemplificar esta situación, se selecciona nuevamente al alumno B43 y se presentan dos imágenes: las respuestas a la preguntas 6 y 7 de caries del cuestionario de Fin 2010 y respuesta a la pregunta 8 de lluvia ácida del cuestionario Fin 2011.

Imagen 20. Alumno B43. Preguntas 6 y 7 de caries que valora EFC a Fin 2010.

CARIES DENTAL: Pregunta 6

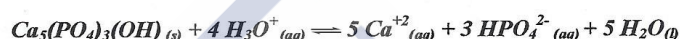
El componente inorgánico del esmalte que cubre los dientes se llama hidroxiapatito/a, un hidroxifosfato de calcio.

Los ácidos generados como productos del metabolismo de los carbohidratos por la placa bacteriana producen un descenso del pH. A un pH por debajo de 5,5 el hidroxiapatito reacciona, se disuelve y empiezan a aparecer caries.

a) ¿Qué entiendes por pH?

es el potencial de H^+ el una medida de la
la concentración de H^+ presente en una solución
el cual representa la acidez de la solución
Representa una escala:
0 Ácido - 7 Neutro - 14 Básico

La siguiente ecuación química simboliza la reacción antes mencionada:



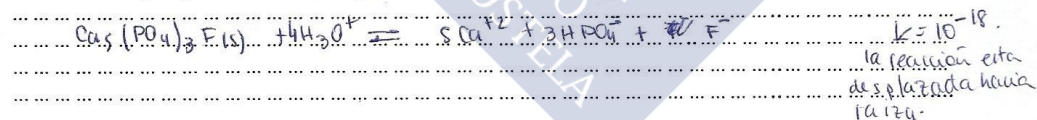
b) Utilizando tu conocimiento químico explica detalladamente la reacción anterior.

El ión hidronio H_3O^+ que se manifiesta en $1/2 H^+$ por debajo de $pH = 5,5$
el capaz de disociar $Ca_5(PO_4)_3(OH)_{(s)}$ componente inorgánico de los dientes
en Ca^{+2} , HPO_4^{2-} ácido y agua.
Provocando la erosión de la capa del esmalte.

CARIES DENTAL: Pregunta 7

Las mejores estrategias para prevenir la caries son la disminución del consumo de sacarosa, el cepillado, el uso de hilo dental, la limpieza profesional para eliminar la placa y el uso de flúor. Los iones fluoruros de ciertas pastas dentífricas sustituyen en parte a los iones hidroxilos del hidroxiapatito/a produciendo un compuesto muy resistente a los ácidos: el fluorapatito $Ca_5(PO_4)_3F_{(s)}$.

Escribe y explica la ecuación que simboliza la reacción química correspondiente.



Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2010, en la Parte B, se solicita a los alumnos la aplicación y explicación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos.

En la pregunta 6 se pretende que, en el inciso a), se conteste que el pH brinda una idea de acidez y/o de basicidad y, en el inciso b), se espera que se explique una ecuación química que las caries comienzan cuando los ácidos $H_3O^{+}_{(aq)}$ reaccionan con el hidroxiapatito/a $(Ca_5(PO_4)_3(OH)_{(s)})$ del esmalte. Consecuentemente esta respuesta del alumno B43 obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

En la pregunta 7 se solicita que se escriba la ecuación química que representa la sustitución del hidroxilo por el ión fluoruro. Como se puede observar en la imagen anterior, la ecuación escrita es incorrecta y no existe

explicación. Por lo tanto, esta respuesta obtiene una puntuación mínima de cero puntos.

Este alumno B43 mantuvo estas características luego de un año de instrucción universitaria (de Inicio a Fin de 2010). Sin embargo, otros de sus compañeros declinaron sus respectivos rendimientos en esta *sub-competencia*. A la hora de escribir ecuaciones químicas hubo quienes directamente no respondieron, o bien, lo hicieron con errores en la nomenclatura química y/o en el balance estequiométrico correspondiente.

Cabe destacar que esto sucedió a lo largo de un año de instrucción universitaria (de Inicio a Fin de 2010) en la que se cursaron tres asignaturas de Química. Posiblemente, esto se asocie a una enseñanza netamente transmisora y completamente descontextualizada, acompañada de un aprendizaje totalmente receptivo y pasivo.

Imagen 21. Alumno B43. Pregunta 8 de lluvia ácida que valora EFC a Fin 2011.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 8

En la figura siguiente puedes observar una representación sintética del origen del bicarbonato y carbonato en el ambiente marino.

Imagen obtenida de: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcinidad.pdf>
(20-9-11)

Utilizando tus conocimientos de equilibrio químico, te proponemos que describas como se desplazarán los equilibrios indicados en la figura, en:

a) Un medio acuoso ácido

Aumenta [H+] x acidificar el medio.

$$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$$

Este equilibrio No favorece a la pptación.

$$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$$

Principio de Le Chatelier: la reacción se desplaza hacia la izquierda, disminuyendo la producción de H_2CO_3 . Lo que tb aumentará la cantidad de CO_2 disuelto.

b) Un medio acuoso básico.

$$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$$

disminuye la concentración y reacciona con los OH^- generando un desplazamiento hacia la derecha de la reacción.

Aumenta la cantidad de HCO_3^- .

$$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$$

Si el pH es demasiado Básico tb puede afectar a la pptación. Se favorece pptación.

$$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$$

Desde el referencial deseable que se detalla en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2011*, en la Parte B, se solicita a los alumnos la aplicación y explicación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos.

Como se puede ver en la imagen, la respuesta no solo interpreta las ecuaciones químicas suministradas en la pregunta sino que escribe otras y establece relaciones de equilibrio. Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Muchos de los trabajos de investigación que apuntan específicamente a la enseñanza y el aprendizaje del equilibrio químico (Quílez Pardo & Soláz Portolés, 1995; Rocha, García Rodeja Fernández y Domínguez Castiñeiras, 2000; Rocha, 2007) lo plantean también como uno de los temas más complejos desde el punto de vista didáctico y coinciden en cuáles son los puntos de mayor conflicto, como así también en las dificultades de aprendizaje que detectan. Un aspecto estudiado es el que surge en la utilización del Principio de Le Chatelier (Quílez Pardo y Sanjosé López, 1995).

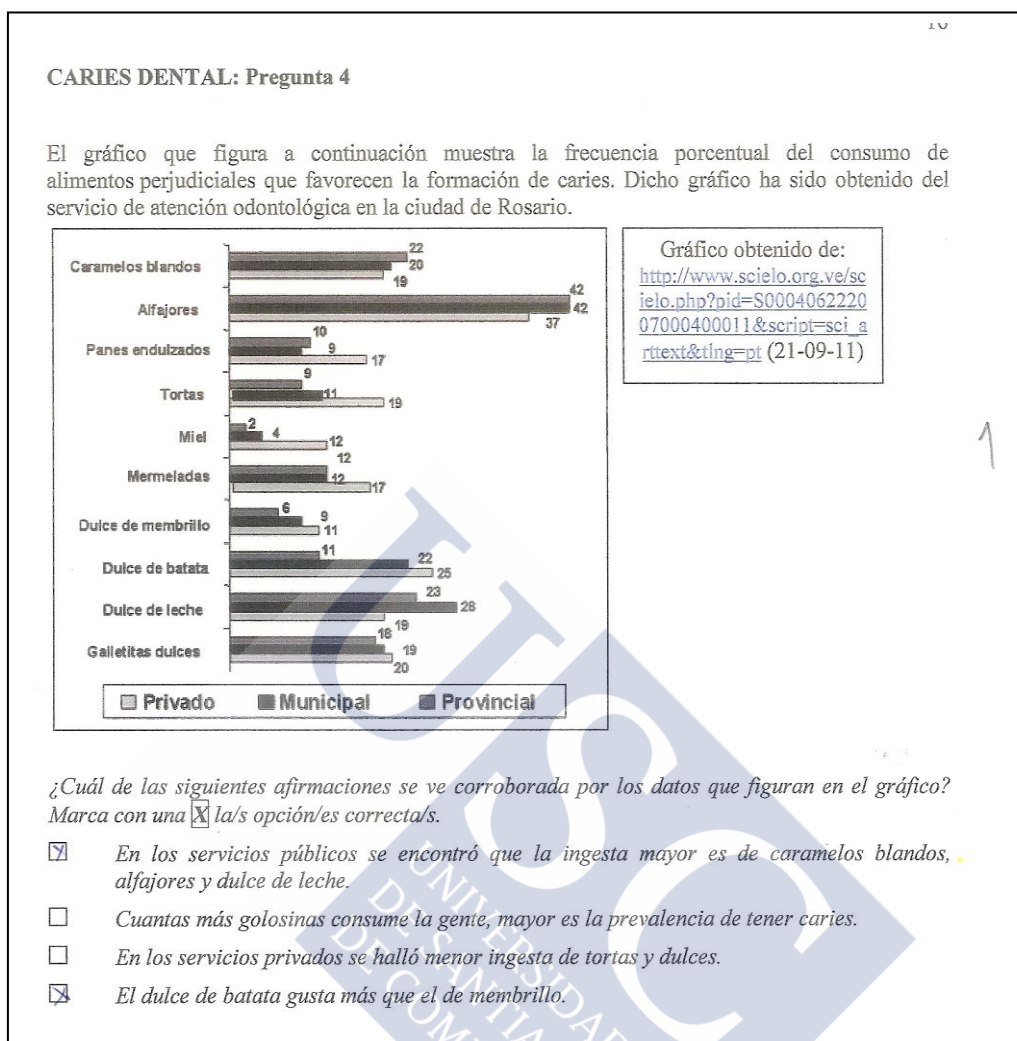
En la respuesta exhibida en la Imagen 21 se detecta que el alumno percibe el comportamiento microscópico del sistema químico y las características esenciales del concepto de equilibrio químico (dinamismo y composición constante).

Con el ejemplo de este alumno (B43) se ilustra el progreso realizado en *EFC*, luego de dos años de instrucción.

- Utilizar pruebas científicas (UPC):

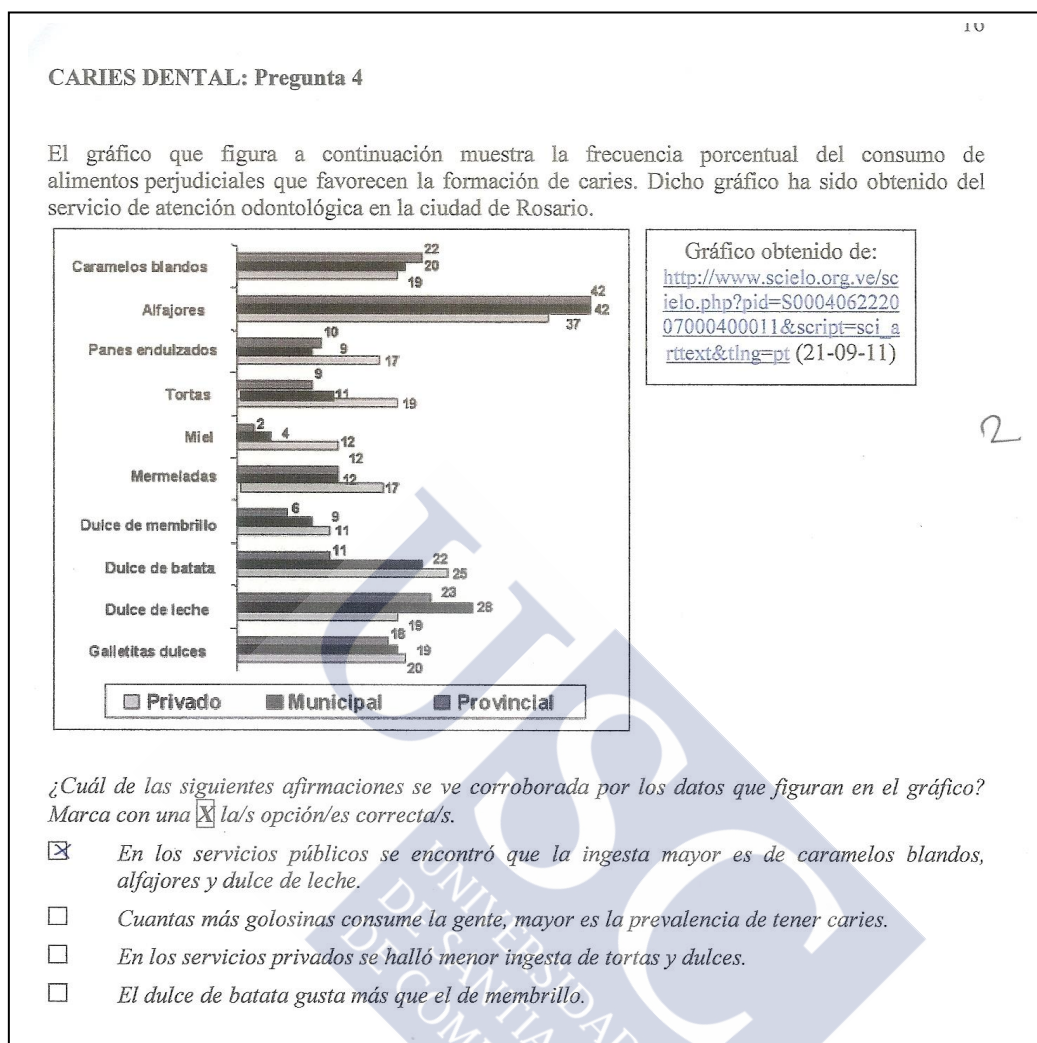
Tanto en Bioquímica como en Biotecnología los resultados decayeron desde Inicio 2010 a Fin 2010 (ver imágenes 12, 13, 14 y 15) y luego presentaron una leve mejoría a Fin 2011. Para ejemplificar esta situación, se seleccionaron nuevamente los alumnos B44 y L31 de ambas carreras, respectivamente. Se presentan las imágenes de las respuestas a la pregunta 4 de caries del cuestionario de Fin 2011.

Imagen 22. Alumno B44. Pregunta 4 de caries que valora *UPC* a Fin 2011.



Desde el referencial deseable que se detalla en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2011*, en la Parte B, se solicita a los alumnos la interpretación de los datos (pruebas) suministrados en forma de gráfico. La pregunta permite medir la capacidad de distinguir datos empíricos, afirmaciones probables y afirmaciones demostradas. La respuesta A es la única correcta. El alumno B44 selecciona, además de la correcta, la opción D (cuarto casillero). La opción D es verosímil, pero no se refiere a datos que se hayan proporcionado en la gráfica. La respuesta incluye la afirmación correcta y una incorrecta, por lo tanto este alumno obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

Imagen 23. Alumno L31. Pregunta 4 de caries que valora *UPC* a Fin 2011.



Como solamente la primera afirmación se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico, esta respuesta obtiene una puntuación máxima.

En esta *sub-competencia* se detecta que las respuestas a las preguntas de opción múltiple presentaron buenos resultados a Inicio 2010 y decayeron a Fin 2010. Este decaimiento puede adjudicarse quizá al tipo de gráfica utilizado en el cuestionario respectivo, sin embargo en las asignaturas de primer año de Bioquímica y Biotecnología es muy frecuente la utilización de gráficas en las clases. Las dificultades en el *uso de pruebas científicas* se vieron acentuadas más en las pruebas presentadas en gráficos y tablas que aquellas mostradas en imágenes o textos. A Fin 2011 los resultados mejoraron respecto a Fin 2010, sin embargo en Bioquímica no alcanzaron los niveles de Inicio 2010. Estas afirmaciones se sustentan en que, la proporción de los alumnos que obtuvieron las puntuaciones igual o menor al 50% de lo deseable aumentaron de Inicio 2010 a Fin 2010 y disminuyeron a Fin 2011. En Bioquímica de 2/15, 14/15 a 7/15; en Biotecnología 4/9, 7/9 a 2/9.

Con estos resultados y según se explicó en el apartado C.2.4. (*Instrumentos de análisis de la información*), las puntuaciones de los

subtotales de cada *sub-competencia* y del total (RTCC) se convirtieron en porcentajes.

En el cuestionario de *competencia científica* Fin 2011, se utilizaron 14 ítems para la evaluación del *rendimiento total en la competencia científica* (RTCC), cada uno con una puntuación máxima de 2 puntos, por lo tanto el 100% se equiparó a un total de 28 puntos. De este modo, como hubo 4 preguntas que evaluaron ICC, el 100% para esta *sub-competencia* correspondió a todas las preguntas respondidas correctamente, o sea 8 puntos. En consonancia, para EFC el 100% correspondió a 6 preguntas equivalentes a 12 puntos y para UPC el mayor porcentaje, 100%, perteneció a 4 preguntas correctas, es decir, a 8 puntos.

En las *Tablas C.3.2.1.7* y *C.3.2.1.8*, para Bioquímica y Biotecnología respectivamente, se exponen los resultados obtenidos para cada una de las *sub-competencias* y para la suma de las mismas, expresados en porcentajes, según lo descrito anteriormente.

Referencias: Al. = alumno.

Tabla C.3.2.1.7. Puntuaciones y porcentajes de la competencia científica. Fin 2011. Bioquímica (B) n = 15

Al.	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
B7	5	63	4	33	7	88	16	57
B10	5	63	9	75	7	88	21	75
B13	6	75	5	42	4	50	15	54
B14	2	25	5	42	4	50	11	39
B15	7	88	11	92	6	75	24	86
B16	6	75	4	33	6	75	16	57
B19	7	88	7	58	2	25	16	57
B22	7	88	8	67	5	50	20	71
B32	7	88	9	75	6	75	22	79
B34	7	88	7	58	4	50	18	64
B35	2	25	8	67	7	88	17	61
B36	6	75	10	83	4	50	20	71
B38	6	75	5	42	4	50	15	54
B43	7	88	10	83	4	50	21	75
B44	7	88	6	50	7	88	20	71

Tabla C.3.2.1.8. Puntuaciones y porcentajes de la competencia científica. Fin 2011. Biotecnología (L) n = 9

AL	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
L3	5	63	8	67	5	63	18	64
L6	6	75	10	83	6	75	22	79
L11	6	75	9	75	5	63	20	71
L16	3	38	8	67	3	38	14	50
L18	2	25	6	50	3	38	11	39
L19	5	63	10	83	7	88	22	79
L20	7	88	6	50	5	63	18	64
L28	6	75	12	100	5	63	23	82
L31	1	13	7	58	7	88	15	54

Teniendo en cuenta el criterio de transformación, en las dos tablas (C.3.2.1.7 y C.3.2.1.8) se puede ver: en la primera columna se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número, en la segunda columna se indica la puntuación obtenida por ese alumno en la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* y en la tercera columna el porcentaje correspondiente a la misma. Esta organización se repite en las siguientes columnas para las otras dos *sub-competencias (Explicar fenómenos científicos, EFC y Utilizar pruebas científicas, UPC)*. En las últimas dos columnas se pueden observar la suma de las tres *sub-competencias (Rendimiento total en la competencia científica, RTCC)* y el porcentaje de la misma, respectivamente.

Se redondearon los números decimales del siguiente modo: si el decimal hallado fue mayor o igual a 5, se incrementó en una unidad el número correspondiente. En caso contrario, se suprimieron los decimales y se mantuvo su valor numérico.

Con el fin de interpretar las *Tablas C.3.2.1.7 y C.3.2.1.8*, se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7). Así, se puede ver que las transformaciones de sus puntuaciones en porcentajes son las siguientes:

- En *ICC* este alumno logra 5 puntos. Tal como se dijo en párrafos anteriores para este cuestionario el 100% en esta *sub-competencia* equivale a 8 puntos, por lo tanto el porcentaje para este estudiante en esta *sub-competencia* corresponde a un valor de 63%.

- De igual modo se realiza el cálculo para *EFC*: este alumno obtiene 4 puntos, por lo tanto si el 100% en esta *sub-competencia* es de 12 puntos totales el cálculo del porcentaje resulta un 33%.

- En *UPC* alcanza 7 puntos de los 8 totales (100%). De esta manera el porcentaje implica el 88%.

- La suma en *RTCC* resulta 16 puntos. Si el 100% corresponde a 28 puntos, el porcentaje de este alumno en el total es de 57%.

En la *Tabla C.3.2.1.7* se puede observar que los porcentajes en *RTCC* de los alumnos, luego de dos años de cursado en la carrera de Bioquímica,

han mejorado respecto a los datos de los cuestionarios anteriores. Afortunadamente 14 de 15 alumnos superan el 50% (todos exceptuando B14). Los cuatro alumnos con mejores resultados son B10, B15, B32 y B43. El alumno B14 presenta los resultados más bajos. Comparando las *sub-competencias*, los porcentajes relativamente más altos se detectan en *ICC*, seguidos por *UPC* y finalmente por *EFC*. En esta última se destaca que 6 de 15 estudiantes alumnos igualan (B44) o superan (B7, B13, B14, B16, B38) el 50%.

En la *Tabla C.3.2.1.8* se puede observar que los porcentajes en *RTCC* de los alumnos, luego de dos años de cursado en la carrera de Biotecnología, han mejorado respecto a los datos de los cuestionarios anteriores. Solamente 1 de 9 alumnos no supera el 50% (L18). Los alumnos con mejores resultados son L6, L19 y L28. El alumno L18 presenta los valores más bajos. Comparando las *sub-competencias*, no ocurre lo mismo que en Bioquímica, los porcentajes relativamente más altos se detectan en *EFC*, seguidos por *UPC* y finalmente por *ICC*.

- Análisis de los resultados del cuestionario Fin de 2012.

La interpretación de la significatividad del Alfa de Cronbach igual a 0,636, indica que los resultados de los 24 alumnos, respecto a los 12 ítems considerados para evaluar el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, se encuentran correlacionados en forma confiable y aceptable (ver *Anexo 8. Fiabilidad de los cuestionarios. Alfa de Cronbach*).

Para el análisis de la información, los resultados del *Anexo 6. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2012*, se reorganizan en la *Tabla C.3.2.1.9* para Bioquímica y la *Tabla C.3.2.1.10* para Biotecnología.

Como se puede ver en cada una de las tablas citadas, en la primera columna se presenta la identificación del alumno con un número, en la segunda columna aparecen los ítems que valoraron la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* y en la tercera columna el subtotal obtenido por cada alumno en esa *sub-competencia*. Esta organización se repite en las siguientes columnas para los ítems que valoraron las otras dos *sub-competencias (Explicar fenómenos científicos, EFC y Utilizar pruebas científicas, UPC)*. En la última columna se puede observar el resultado de la suma de los subtotales de las tres *sub-competencias (Rendimiento total en la competencia científica, RTCC)*. Por lo tanto, se agrupan las puntuaciones para cada *sub-competencia* indicando en la primera fila de la tabla los ítems y temas que se han tenido en cuenta para su valoración. Así por ejemplo, la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* fue valorada mediante los ítems 1 y 2 del tema lluvia ácida, 1c y 2c de caries; *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, se evaluó a través de los ítems 3 y 4 de lluvia ácida, 5c y 6c de caries; mientras que *Utilizar pruebas científicas (UPC)* se valoró con los ítems 5 y 6 de lluvia ácida, 3c y 4c de caries.

Para interpretar las tablas, se ejemplifica mediante el alumno número 7 de Bioquímica (B7) por ser el primero en el orden de aparición. Como se puede ver su puntuación es: en *ICC*, 5 puntos; en *EFC*, 3 puntos y en *UPC*, 5 puntos. La suma resulta un total de 13 puntos en *RTCC*.

En la última fila de cada tabla se han sumado las puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia*.

Tabla C.3.2.1.9. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2012.

Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems ICC				Subt. ICC	Ítems EFC				Subt. EFC	Ítems UPC				Subt. UPC	RTCC
	1	2	1c	2c		3	4	5c	6c		5	6	3c	4c		
B7	2	1	1	1	5	1	1	1	0	3	0	1	2	2	5	13
B10	2	2	2	1	7	2	1	1	2	6	2	2	2	2	8	21
B13	2	1	1	1	5	1	1	1	0	3	0	1	2	2	5	13
B14	1	2	2	1	6	2	0	1	2	5	2	2	2	2	8	19
B15	1	2	2	2	7	2	1	2	2	7	2	2	2	2	8	22
B16	1	2	2	1	6	1	0	1	1	3	1	2	1	2	6	15
B19	1	0	2	2	5	2	1	0	0	3	0	2	1	1	4	12
B22	1	2	2	2	7	2	1	2	2	7	2	2	2	2	8	22
B32	1	2	2	2	7	2	1	2	2	7	2	2	2	2	8	22
B34	2	2	1	2	7	2	1	1	2	6	2	2	1	0	5	18
B35	2	2	1	2	7	2	1	1	2	6	2	2	1	0	5	18
B36	2	2	1	2	7	2	1	1	2	6	2	2	1	0	5	18
B38	2	1	1	1	5	1	1	1	0	3	0	1	2	2	5	13
B43	1	2	2	2	7	2	1	1	2	7	2	2	2	2	8	22
B44	2	2	2	1	7	1	1	1	2	5	2	1	2	2	7	19
	23	25	24	23		25	13	17	21		21	26	25	23		

Referencias: Al. = alumno; Subt. = Subtotal.

Tabla C.3.2.1.10. Puntuaciones de la competencia científica Fin 2012.

Biotecnología (L) n = 9

Al.	Ítems ICC				Subt. ICC	Ítems EFC				Subt. EFC	Ítems UPC				Subt. UPC	RTCC
	1	2	1c	2c		3	4	5c	6c		5	6	3c	4c		
L3	2	2	2	1	7	2	0	2	2	6	2	1	1	2	6	19
L6	2	2	2	1	7	2	0	2	2	6	2	1	1	2	6	19
L11	2	2	2	2	8	1	0	1	0	2	0	2	1	1	4	14
L16	2	2	2	2	8	1	0	1	0	2	0	2	1	1	4	14
L18	1	2	2	2	7	1	1	1	0	3	0	1	2	2	5	15
L19	2	2	2	1	7	2	1	2	2	7	2	2	2	2	8	22
L20	2	2	2	2	8	1	0	1	2	4	2	1	1	1	5	17
L28	2	2	1	1	6	2	1	1	1	5	1	1	1	2	5	16
L31	2	2	0	2	6	1	2	1	0	4	0	2	2	1	5	15
	17	18	15	14	0	13	5	12	9	0	9	13	12	14		

Referencias: Al. = alumno; Subt. = Subtotal.

Según el apartado *C.2.3.2. Criterios para el diseño de los cuestionarios de competencia científica* del capítulo 2, en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2012*, se pueden observar las preguntas propiamente dichas, dirigidas a los alumnos, en la *Parte A*. Luego, para información del lector de esta tesis, se indican los criterios de corrección y características de las preguntas los cuales figuran con letra cursiva en la *Parte B* (ver detalle en el apartado *C.2.4. Instrumentos de análisis de la información*).

Este cuestionario de *competencia científica* Fin 2012 está constituido por 12 preguntas. Según los criterios de corrección, que constituyen el referencial deseable desde la ciencia, a cada pregunta se le otorgó un máximo de 2 puntos. De tal modo, el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* ideal esperable para cada estudiante es de 24 puntos.

De acuerdo con la observación de las tablas (*C.3.2.1.9* y *C.3.2.1.10*) se detecta que las puntuaciones, en general, son mejores en relación a las obtenidas en cuestionarios anteriores.

Tanto en Bioquímica como en Biotecnología, todos los estudiantes igualan o superan el 50% de la puntuación deseable (12 puntos). Esto significa que, comparativamente a la situación inicial, en ambas carreras la situación, en el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, mejoró luego de los tres años de instrucción universitaria.

Aunque las clases en las asignaturas de Química de segundo y tercer año del Ciclo Básico estén caracterizadas por las mismas segmentaciones y distribuciones horarias descritas anteriormente para primer año (clases teóricas, de coloquio y trabajos prácticos o clases de laboratorio), estos cambios afortunados ocurridos luego de dos y tres años de instrucción podrían originarse por posibles y diferentes causas. La primera es admitir que, al ser cuestionarios diferentes (Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012), la dificultad de las preguntas no fuera equiparable. Sin embargo, se podría argumentar que, en los cuatro cuestionarios, el Alfa de Cronbach, indicó que los resultados eran fiables. La segunda consiste en suponer que, durante el segundo y el tercer año de instrucción, se utilizan estrategias de enseñanza que sitúan su objeto de estudio en la forma de dar respuestas a situaciones reales y se transfieren los aprendizajes a nuevas y diversas situaciones, en mayor medida que en el primer año de instrucción. La tercera reside en admitir que los estudiantes, luego del tiempo transcurrido, pudieron integrar los modelos y el lenguaje de la Química y, de ese modo, poder utilizarlos en otros escenarios diferentes al aula. Podría plantearse un cuarto supuesto, más subjetivo, y pensar que la adaptación a la vida académica en el segundo y tercer año influye de manera favorable en estos resultados.

Para reconocer los ítems que presentaron mayores dificultades, se realiza un análisis vertical de las *Tablas C.3.2.1.9* y *C.3.2.1.10*, es decir, se analizan las sumas de puntuaciones obtenidas en cada ítem de cada *sub-competencia* (se presentan los resultados en la última fila). Esto permite detectar aquellos ítems en donde las puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Se siguió el siguiente criterio: como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos, esto significa que para el caso de Bioquímica ($n=15$) el tope ideal esperable para cada ítem es de 30 puntos. Por lo tanto, para el análisis se seleccionan aquellos ítems en los cuales la suma es

menor o igual a 15 puntos. Para Biotecnología (n=9) la suma ideal deseable, para cada ítem, es de 18 puntos, por lo tanto para el análisis se eligen aquellos ítems en donde la suma es menor o igual a 9 puntos.

En los ítems que valoraron *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, no se detectan ítems con valores por debajo de lo establecido.

En los ítems que valoraron *Explicar fenómenos científicos (EFC)*, el ítem 4 de lluvia ácida presenta puntuaciones muy bajas en ambas carreras. En Biotecnología pueden verse valores bajos también en el ítem 6c de caries. Por ejemplo, para la pregunta 4 de lluvia ácida: en Bioquímica, de los 30 puntos esperables para la suma de los 15 alumnos, solamente se obtuvieron 13 puntos; en Biotecnología, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 5 puntos.

En los ítems que valoraron *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, no se detectan ítems con valores por debajo de lo establecido para señalar en Bioquímica. En Biotecnología el ítem 5 de lluvia ácida muestra valores bajos, por ejemplo, de los 18 puntos esperables para la suma de los 9 alumnos, solamente se obtuvieron 9 puntos.

Para identificar los alumnos con rendimientos más bajos en cada *sub-competencia*, se realiza un análisis horizontal de las *Tablas C.3.2.1.9 y C.3.2.1.10*, es decir, se analizan las filas y los resultados de las sumas de puntuaciones obtenidas se presentan en las columnas de los subtotales respectivos. Esto permite detectar aquellos alumnos en donde las puntuaciones resultaron igual o menor al 50% de lo deseable. Como cada pregunta tiene un máximo de 2 puntos se siguieron los siguientes criterios:

- *Identificar cuestiones científicas (ICC)*: con 4 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 8 puntos.

Tanto en Bioquímica como en Biotecnología todos los alumnos de la muestra obtuvieron puntuaciones mayores a 4 puntos (50%).

En Bioquímica, comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 9/15, a Fin 2010, 10/15, a Fin 2011, 2/15 y a Fin 2012, 0/15 estudiantes. Esto significa que en Bioquímica, la situación declinó luego del primer año pero mejoró significativamente en el segundo y tercer año de instrucción universitaria.

En Biotecnología, comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 8/9 y a Fin 2010, 4/9, a Fin 2011, 3/9 y a Fin 2012, 0/9 estudiantes. Esto significa que en Biotecnología la situación fue mejorando a lo largo de los tres años de instrucción universitaria.

- *Explicar fenómenos científicos (EFC)*: con 4 ítems, la suma ideal deseable para el subtotal es de 8 puntos.

En Bioquímica obtuvieron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: B7, B13, B16, B19 y B38 85 de 15 estudiantes, 5/15). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 10/15, a Fin 2010, 11/15, a Fin 2011, 6/15 y a Fin 20102 5/15 estudiantes. Esto significa que en Bioquímica, la situación empeoró luego del primer año pero mejoró en el segundo y tercer año de instrucción universitaria.

En Biotecnología lograron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: L11, L16, L18, L20 y L31 (5 de 9 estudiantes, 5/9). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 9/9, a Fin 2010, 6/9, a Fin 2011, 2/9 y a Fin 2012, 5/9 estudiantes. Esto significa que en Biotecnología la situación mejoró en los dos primeros años de instrucción y empeoró en el tercero.

No se encuentra un indicio que permita explicar esta situación extraña de declinación en las puntuaciones en el tercer año de Biotecnología.

- Para *Utilizar pruebas científicas (UPC)*, con 4 ítems, el tope ideal esperable para el subtotal es de 8 puntos.

En Bioquímica consiguió baja puntuación (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), el siguiente alumno: B19 (1 de 15 estudiantes, 1/15). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 2/15, a Fin 2010, 14/15, a Fin 2011, 7/15 y a Fin 2012, 1/15 estudiantes. Esto significa que en Bioquímica, la situación empeoró mucho luego del primer año pero mejoró apreciablemente en los dos años siguientes de instrucción universitaria.

En Biotecnología alcanzaron bajas puntuaciones (la suma resultó menor o igual a 4 puntos, 50%), los siguientes alumnos: L11 y L16 (2 de 9 estudiantes, 2/9). Comparativamente, quienes no superaron el 50% de la puntuación deseable fueron: a Inicio 2010, 4/9, a Fin 2010, 7/9, a Fin 2011, 2/9 y a Fin 2012, 2/9 estudiantes. Esto significa que en Biotecnología la situación empeoró luego del primer año de instrucción universitaria, mejoró apreciablemente en el segundo y se mantuvo igual en el tercero.

De lo manifestado anteriormente se puede inferir que, existen diferencias en el progreso de las *sub-competencias* en el tercer año de cursado: en Bioquímica se observa que los resultados mejoran en las tres *sub-competencias*, mientras que en Biotecnología mejoran en *ICC*, empeoran en *EFC* y se mantienen en *UPC*.

Para visualizar lo descrito en el párrafo anterior se seleccionaron algunos ejemplos de las respuestas de los alumnos para cada *sub-competencia científica*. A continuación se presentan imágenes escaneadas, así como comentarios a las mismas.

- *Identificar cuestiones científicas (ICC)*:

Tanto en Bioquímica como en Biotecnología los resultados mejoran desde Fin 2011 a Fin 2012. *Identificar cuestiones científicas (ICC)*, es la *sub-competencia* con mayor progreso en ambas carreras.

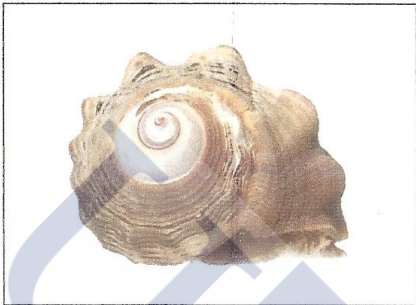
Esta situación se ejemplifica mediante el alumno L31 y se presentan dos imágenes: la respuesta a la pregunta 2 de lluvia ácida del cuestionario de Fin 2011 y respuesta a la pregunta 2 de lluvia ácida del cuestionario Fin 2012.

Imagen 24. Alumno L31. Pregunta 2 de lluvia ácida que valora ICC a Fin 2011.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 2

La lluvia ácida, el incremento del dióxido de carbono que se disuelve en los océanos y el aumento en las temperaturas del planeta, incluyendo la del agua de mar, han interferido en la reproducción de algunas especies y en la capacidad de otras (las llamadas calcificadoras, tales como corales, almejas, caracoles, etc.) para producir conchas y esqueletos de carbonato de calcio.

La imagen de un caracol sirve de ejemplo: la acidificación del agua ha afectado la parte superior de la capa externa de la concha, dejándola blanca y con un brillo perlado.



0

¿Consideras que los efectos de la lluvia ácida se pueden investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar que la lluvia ácida produce daños en conchas o esqueletos marinos.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

Se podría trabajar con carbonato de calcio enfrentándolo a distintos ácidos, como los encontrados en los océanos. Probar con los caracoles y distintas especies de mar y por cierto período de tiempo ver lo que ocurre y a partir de ahí sacar conclusiones del daño de la lluvia ácida.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2011, en la Parte B, se requiere que los estudiantes diseñen un experimento netamente explicativo, por cuanto el propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (conchas o esqueletos marinos) fueron causados por la variable independiente (agua ácida). Como se puede ver en la imagen, la respuesta no contiene una descripción ni control del método utilizado. "Se podría trabajar con carbonato de calcio enfrentándolo a distintos ácidos, como los encontrados en los océanos. Probar con los caracoles y distintas especies de mar y por cierto período de tiempo ver lo que ocurre y a partir de ahí sacar conclusiones del daño de la lluvia ácida". Se identifica el problema objeto de investigación. Se mencionan confusamente las variables que intervienen ("carbonato de calcio enfrentándolo a distintos ácidos como los encontrados en los océanos" o bien se mencionan "(...) los caracoles y distintas especies de mar (...) y (...) lluvia ácida"). No se establece la

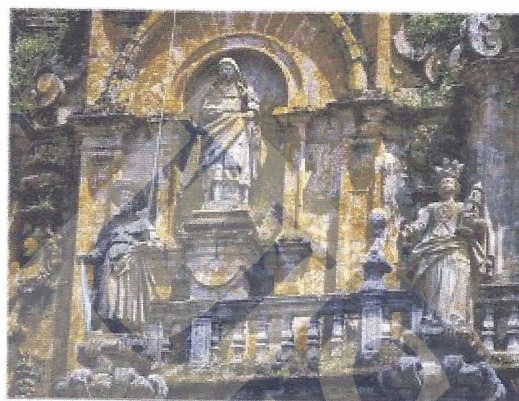
relación causa-efecto entre las mismas. Esta respuesta obtiene una puntuación de cero puntos.

Imagen 25. Alumno L31. Pregunta 2 de lluvia ácida que valora ICC a Fin 2012.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 2

Los líquenes se usan para observar la calidad del aire, pues reaccionan frente a los contaminantes presentes en su medio; por lo tanto, informan de la desviación respecto a las condiciones de normalidad que deben existir en sus ecosistemas para su óptimo desarrollo.

El dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, son algunos de los componentes de la lluvia ácida y producen daños cuando son absorbidos por los líquenes, entre algunos de los efectos, los incapacitan para realizar la fotosíntesis, debido a que daña la clorofila.



Líquenes en la fachada de la Catedral de Santiago de Compostela (Galicia-España) obtenida de: <http://www.flickr.com/photos/jlcernadas/5187532622/> (18/9/12)

¿Consideras que los efectos de la lluvia ácida se pueden investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar la correlación entre los contaminantes que originan la lluvia ácida y los cambios en los líquenes.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

El objetivo es observar el efecto de la lluvia ácida sobre los líquenes. Se supone que los líquenes afectados por la lluvia ácida son destruidos debido a que ésta puede llegar a afectar su metabolismo. Se podría estudiar una (o varias) zona(s) afectada por la lluvia ácida e ir viendo los resultados del "antes y después" y sacar conclusiones como el deterioro, la disminución de cantidad de líquenes, etc. Y luego realizar estudios a nivel microscópico buscando muestras de diferentes líquenes y observar el cambio (daño, deterioro) producido en ellos por efecto de la lluvia ácida.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2012, en la Parte B, se espera que los estudiantes diseñen un experimento netamente explicativo, por cuanto el propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (líquenes) fueron causados por la variable independiente (agua ácida). Como se puede ver en la imagen, en la respuesta se identifica el problema objeto de investigación y contiene una descripción del método utilizado que permite demostrar una relación causa-efecto entre las variables. ("El objetivo es observar el efecto de la lluvia ácida sobre los líquenes. Se supone que los líquenes afectados por la lluvia ácida son destruidos debido a que ésta puede llegar a afectar su metabolismo. Se

podría estudiar una (o varias) zona(s) afectada por la lluvia ácida e ir viendo los resultados del "antes y después" y sacar conclusiones como el deterioro, la disminución de cantidad de líquenes, etc. Y luego realizar estudios a nivel microscópico, buscando muestras de diferentes líquenes y observar el cambio (daño, deterioro) producidos en ellos por efecto de la lluvia ácida".) Esta respuesta obtiene una puntuación máxima de 2 puntos.

- Explicar fenómenos científicos (EFC):

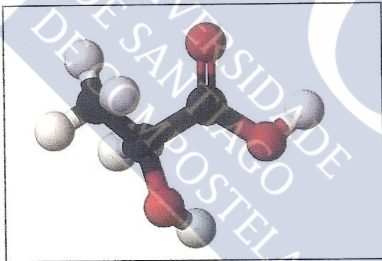
Los resultados en esta *sub-competencia* fluctuaron durante el estudio de los tres años en ambas carreras. En Bioquímica, decayeron a Fin 2010 y luego fueron mejorando significativamente a Fin 2011 y, en menor medida, a Fin 2012. En Biotecnología, mejoraron a Fin 2010 y Fin 2011, posteriormente decayeron a Fin 2012.

Esta tendencia se ejemplifica mediante los alumnos B22 y L28 y se presentan las imágenes de las respuestas a la pregunta 6 de caries del cuestionario de Fin 2011 y a la pregunta 5 de caries del cuestionario Fin 2012.

Imagen 26. Alumno B22. Pregunta 6 de caries que valora EFC a Fin 2011.

CARIES DENTAL: Pregunta 6

Los restos de hidratos de carbono ingeridos en la dieta son metabolizados en la cavidad bucal por la placa bacteriana. El resultado de este proceso genera variedad de ácidos. Si utilizamos el modelo atómico molecular de la materia, la imagen representaría uno de dichos ácidos: el ácido láctico. (Te damos la siguiente guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del carbono con una esfera negra)



Justifica el carácter ácido de esta molécula, utilizando la electronegatividad de los átomos que la conforman.

los oxígenos son los más electronegativos... y tienden a llevar todos los electrones hacia ellos dejando que los hidrógenos salgan fácilmente

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2011*, en la Parte B, se desea que el estudiante explique que la elevada polaridad del enlace O—H es una de las razones por las que el protón de un grupo O—H puede donarse y como en el grupo carboxilo la carga está distribuida sobre varios átomos, es menos efectiva en atraer un protón y por lo tanto tiende a cederlo dándole su carácter ácido a la molécula. Como la respuesta dice: "los oxígenos son los más electronegativos y tienden a llevar todos los electrones hacia ellos dejando que los hidrógenos salgan fácilmente", obtiene una puntuación parcial de 1 punto.

Imagen 27. Alumno B22. Pregunta 5 de caries que valora EFC a Fin 2012.

CARIES DENTAL: Pregunta 5

Utilizando tus conocimientos de química te proponemos que:

a) Explices por qué las aguas duras, influyen negativamente en la absorción del fluoruro, disminuyendo sus efectos fisiológicos. Indica las reacciones que tienen lugar, utilizando las fórmulas simbólicas de los correspondientes reactivos y productos implicados.

Porque contienen mucha cantidad de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} , los cuales reaccionan con el fluoruro formando fluoruro de Ca y de magnesio.

$$\text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^- \rightleftharpoons \text{CaF}_2$$

$$\text{Mg}^{2+} + 2\text{F}^- \rightleftharpoons \text{MgF}_2$$


b) Representes la molécula formada, si se acidifica una disolución acuosa de iones fluoruro:

b1) En forma simbólica y su fórmula desarrollada.

$$\text{F}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HF}$$

$$\text{F}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HF} + \text{H}_2\text{O}$$

b2) Utilizando el modelo atómico molecular representa la molécula que se forma (dibujo con esferas - representación microscópica). Te damos una guía: el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del flúor con una esfera verde.



c) Justifica el carácter ácido en agua de la molécula formada en el apartado b), en función de los átomos y enlaces intervinientes.

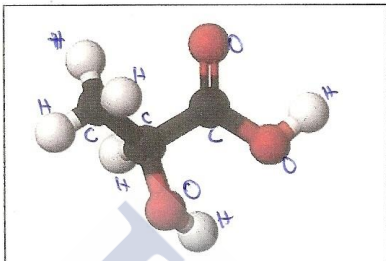
Los enlaces intervinientes son 5, por lo tanto su unión no es tan fuerte, el F al ser un átomo muy electronegativo hace que en la disolución acuosa muchos iones H^+ lo solvaten.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2012, en la Parte B, se pretende que el estudiante en los incisos a) y b) utilice, explique e interprete el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica; y en el inciso c) describa que en el enlace covalente polar en HF, el flúor, al ser el más electronegativo, genera una menor densidad electrónica cerca del hidrógeno y así, éste puede ser disociado más fácilmente en forma de próton. Como se puede ver en la imagen, esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 28. Alumno L28. Pregunta 6 de caries que valora EFC a Fin 2011.

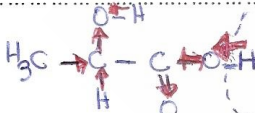
CARIES DENTAL: Pregunta 6

Los restos de hidratos de carbono ingeridos en la dieta son metabolizados en la cavidad bucal por la placa bacteriana. El resultado de este proceso genera variedad de ácidos. Si utilizamos el modelo atómico molecular de la materia, la imagen representaría uno de dichos ácidos: el ácido láctico. (Te damos la siguiente guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del carbono con una esfera negra)



Justifica el carácter ácido de esta molécula, utilizando la electronegatividad de los átomos que la conforman.

Debido a tener Oxígenos que es más electronegativo, todos los enlaces estarán polarizados. $O \leftarrow C$, $H \rightarrow O$; de esta forma los H estarán unidos más débilmente a los átomos de los mismos y el compuesto perderá más fácilmente.



Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2011, en la Parte B, se requiere que el estudiante explique que la elevada polaridad del enlace O—H es una de las razones por las que el protón de un grupo O—H puede donarse y como en el grupo carboxilo la carga está distribuida sobre varios átomos, es menos efectiva en atraer un protón y por lo tanto tiende a cederlo dándole su carácter ácido a la molécula. Como se puede ver en la imagen la respuesta hace referencia a la electronegatividad del oxígeno, la polaridad de los enlaces y aunque no lo nombra, sí tiene en cuenta al grupo carboxílico en la fórmula desarrollada, a modo de significar que la carga está distribuida sobre varios átomos y es menos efectiva en atraer un protón. Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 29. Alumno L28. Pregunta 5 de caries que valora EFC a Fin 2012.

CARIES DENTAL: Pregunta 5

Utilizando tus conocimientos de química te proponemos que:

a) Expliques por qué las aguas duras, influyen negativamente en la absorción del fluoruro, disminuyendo sus efectos fisiológicos. Indica las reacciones que tienen lugar, utilizando las fórmulas simbólicas de los correspondientes reactivos y productos implicados.


Formación del CaF_2

b) Representes la molécula formada, si se acidifica una disolución acuosa de iones fluoruro:

b₁) En forma simbólica y su fórmula desarrollada.

HF

b₂) Utilizando el modelo atómico molecular representa la molécula que se forma (dibujo con esferas - representación microscópica). Te damos una guía: el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del flúor con una esfera verde.



c) Justifica el carácter ácido en agua de la molécula formada en el apartado b), en función de los átomos y enlaces intervinientes.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2012, en la Parte B, se espera que el estudiante en los incisos a) y b) utilice, explique e interprete el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica; y en el inciso c) describa que en el enlace covalente polar en HF, el flúor, al ser el más electronegativo, genera una menor densidad electrónica cerca del hidrógeno y así, éste puede ser disociado más fácilmente en forma de próton. Como se puede ver en la imagen, este alumno no responde los incisos a) y c), solamente representa en forma simbólica y microscópica al HF. Esta respuesta obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

Para ejemplificar los resultados de diferentes aspectos de EFC trabajados en los cuestionarios durante el estudio longitudinal, se analizan algunas preguntas que indagan el lenguaje simbólico (escritura e interpretación de ecuaciones químicas); la utilización y comprensión de la representación microscópica correspondiente a los conocimientos químicos (modelo atómico-molecular de la materia) y la justificación del carácter ácido en agua que se utilizó como hilo conductor, ya sea en función del concepto de ácido o de los átomos y enlaces intervinientes.

Los aspectos citados en el párrafo anterior se ejemplifican mediante el alumno B7. Si bien es un alumno que pertenece al grupo con bajo rendimiento en esta *sub-competencia*, por la clara grafía, se presentan imágenes de sus respuestas a los sucesivos cuestionarios:

➤ Inicio 2010: en la imagen 30 se visualizan las respuestas a las preguntas 8, 9 y 10 de lluvia ácida y en la imagen 31 se observa la respuestas a la preguntas 4 y 5 de caries.

Imagen 30. Alumno B7. Preguntas 8, 9 y 10 de lluvia ácida que valora EFC a Inicio 2010.

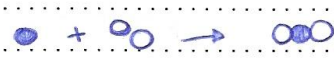
Pregunta 8: LLUVIA ÁCIDA

Escribe la ecuación química y representa (dibuja) en forma microscópica, utilizando el modelo de partículas, la reacción en la cual se forma el dióxido de nitrógeno. Te damos una guía: el átomo de oxígeno con una esfera blanca, el átomo de nitrógeno con una esfera negra.

.....

$N + O_2 \rightarrow NO_2$ 0

.....



.....

Pregunta 9: LLUVIA ÁCIDA

a) ¿Cuál sería la ecuación química que simboliza la reacción entre el mármol (carbonato de calcio) y la lluvia ácida?

b) ¿Cómo se llama en la vida cotidiana el producto final de la misma?

.....

a) $CaCO_3 + H_2CO_3$ 0

b) no se.

.....

Pregunta 10: LLUVIA ÁCIDA

a) ¿Qué entiendes por el concepto de ácido inorgánico?

b) ¿Puedes nombrar algún ejemplo y escribir su fórmula química?

.....

a) ácido ~~inorgánico~~ ~~que se forma~~ ~~que no puede~~ 0

..... regenerarse al acortarse con el paso del tiempo.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se pretende que el estudiante:

- En la pregunta 8, aplique el lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos a una situación determinada y la utilización de la representación microscópica (modelo corpuscular de la materia o modelo de partículas). Como se puede ver en la imagen, la

respuesta contiene errores al plantear la formación del dióxido a partir de nitrógeno monoatómico y luego, en la representación, solamente estaría correcto el dibujo del NO_2 . Esta respuesta obtiene la puntuación mínima de cero puntos.

- En la pregunta 9, utilice el lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos y la utilización de modelo macroscópico aplicado a la vida cotidiana. Como se puede ver en la imagen, la respuesta, en el inciso a), solamente incluye los reactivos y en el b) no contesta. Esta respuesta obtiene la puntuación mínima de cero puntos.

- En la pregunta 10, emplee el lenguaje simbólico y el concepto de "ácido" en contextos diferentes. Como se puede ver en la imagen, la respuesta, en el inciso a), define "ácido que no puede regenerarse al acabarse con el paso del tiempo" y en el b) no contesta. Esta respuesta obtiene la puntuación mínima de cero puntos.

Imagen 31. Alumno B7. Preguntas 4 y 5 de caries que valora EFC a Inicio 2010.

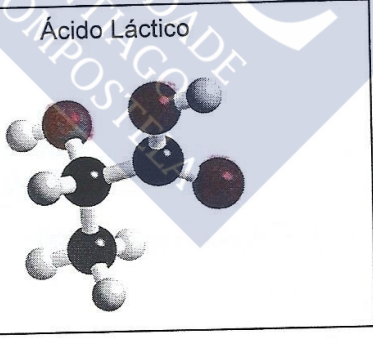
Pregunta 4: CARIES DENTAL

Los hidratos de carbono ingeridos en nuestra dieta (ej. azúcar, chocolate, bebidas de cola) son metabolizados en la cavidad oral por las bacterias. El resultado de este proceso genera ácidos que atacan la superficie del diente. Si utilizamos el modelo de partículas, la imagen representaría uno de dichos ácidos.

Si te damos la siguiente guía:
 Rojo: oxígeno
 Negro: carbono
 Gris: hidrógeno

¿Puedes escribir su fórmula molecular? H₃CAO₃

Ácido Láctico



Pregunta 5: CARIES DENTAL

a) ¿Qué entiendes por el concepto de ácido orgánico?

b) Nombra algún ejemplo y escribe su fórmula química.

a) ácido que puede regenerarse

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Inicio 2010, en la Parte B, se espera que el estudiante:

- En la pregunta 4, interprete la representación microscópica (modelo corpuscular de la materia o modelo de partículas). Como se puede ver en la imagen, la respuesta es correcta. Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

- En la pregunta 5, utilice el lenguaje simbólico y el concepto de "ácido" en contextos diferentes. Como se puede ver en la imagen, la respuesta, en el inciso a), define "ácido que puede regenerarse" y en el b) no contesta. Esta respuesta obtiene la puntuación mínima de cero puntos.

Por lo visto anteriormente, a Inicio 2010, en estos aspectos químicos la *sub-competencia EFC* está muy poco desarrollada.

➤ Fin 2010: no se presentan imágenes debido a que el alumno B7 no responde las preguntas correspondientes a los aspectos mencionados.

➤ Fin 2011: se muestran las respuestas a las preguntas 4 y 5 de lluvia ácida (imágenes 32 y 33, respectivamente).

Imagen 32. Alumno B7. Pregunta 4 de lluvia ácida que valora EFC a Fin 2011.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 4

El agua pura destilada tiene un pH de 7,0 que es neutro. El agua marina debería ser ligeramente básica o alcalina, con un pH de alrededor de 8,2 cerca de la superficie. Hasta ahora, las emisiones de dióxido de carbono y la lluvia ácida han reducido el pH del agua superficial unos 0,1 puntos. La escala de pH es logarítmica, por lo que incluso los cambios numéricos más pequeños representan efectos de grandes proporciones. Un descenso del pH de 0,1 significa que el agua se ha vuelto un 30% más ácida.

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico-molecular de la materia te proponemos que:

a) Escribe las ecuaciones químicas correspondientes y expliques los equilibrios ácido-base que tienen lugar en la acidificación marina a partir de la disolución reversible del dióxido de carbono en agua.

$$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$$

$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$$

b) Represente la molécula del ácido formado:

b1) En forma simbólica y su fórmula desarrollada.

$$\text{H}_2\text{CO}_3$$

OO : Hidrógeno
 @@@ : oxígeno
 ● : carbono

b2) Utilizando el modelo atómico molecular (dibujo con esferas - representación microscópica). Te damos una guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del carbono con una esfera negra.

c) Justifica el carácter ácido en agua de esta molécula, en función de los átomos y enlaces intervinientes.

los átomos de hidrógeno brindan la acidez de la molécula... la estructura que toda molécula con hidrógeno sea... ácido... ya que la molécula se disocia liberando protones al medio.

$$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2011, en la Parte B, se pretende que el estudiante escriba y explique el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. Tal como se ve en la imagen, en el inciso a) se escriben ecuaciones químicas con ciertos errores conceptuales y no se explica lo solicitado; en el inciso b₁) se escribe correctamente la fórmula simbólica, no así la fórmula desarrollada; el b₂) no es respondido y en el inciso c) se utiliza la definición de Arrhenius, sin mencionar otras teorías, ni la función de las características de los átomos y enlaces intervinientes. Esta respuesta obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

Esta última respuesta al inciso c) implica, para este alumno, luego de dos años de instrucción, cierto avance respecto de su idea original (Inicio 2010) del concepto de ácido.

Imagen 33. Alumno B7. Pregunta 5 de lluvia ácida que valora EFC a Fin 2011.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 5

Uno de los óxidos que acidifica en exceso el agua de lluvia es el NO_(g).

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico-molecular de la materia te proponemos que:

a) Expliques las siguientes ecuaciones correspondientes a algunas de las reacciones químicas que tienen lugar en dicha acidificación.

$$\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g})$$

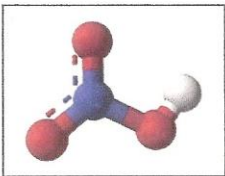
$$2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$$

$$3 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$$

...se combina el nitrógeno con el oxígeno para dar el monóxido de nitrógeno; el monóxido de nitrógeno y el oxígeno para dar el dióxido de nitrógeno y el dióxido de N₂ y el agua para dar ácido nítrico y monóxido de nitrógeno

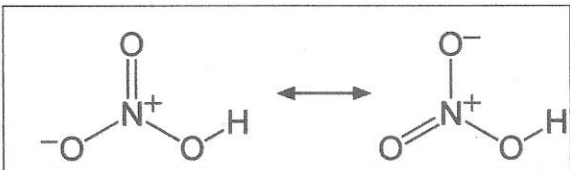
b) Con respecto a las siguientes imágenes contesta:

b1) ¿A qué compuesto químico se refiere la representación microscópica? Te damos una guía: el átomo de oxígeno se representa con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del nitrógeno con una esfera azul. Escribe la fórmula simbólica y el nombre.



HNO₃ ácido nítrico

b2) Expliques qué representan estas fórmulas desarrolladas.



Estas fórmulas desarrolladas representan la resonancia del compuesto.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2011, en la Parte B, se aspira que el estudiante interprete y explique el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. Tal como se ve en la imagen, en el inciso a) el alumno explica las ecuaciones químicas, en el b) interpreta la representación microscópica y en el c) explica y reconoce las fórmulas desarrolladas. Esta respuesta obtiene la puntuación máxima de 2 puntos.

➤ Fin 2012: se exhiben las respuestas a las preguntas 3 y 4 de lluvia ácida (imágenes 34 y 35, respectivamente).

Imagen 34. Alumno B7. Pregunta 3 de lluvia ácida que valora EFC a Fin 2012.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 3

Uno de los procesos para la eliminación del $\text{SO}_{2(g)}$ en las industrias, es el que tiene lugar en una torre de absorción de gases sobre suspensión de caliza en agua. Así se puede producir yeso $[\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}]$, a partir de los fangos de las aguas residuales. Información obtenida en http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/Ponencias-ID55.pdf (27/9/2012)

La siguiente ecuación química simboliza la reacción antes mencionada:

$$\text{Ca}(\text{CO}_3)_{(s)} + \text{SO}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{SO}_4)_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$$

a) Utilizando tu conocimiento de química, explica detalladamente el tipo de reacción y los procesos que tienen lugar en la ecuación anterior.

Es una reacción de sustitución. El carbonato de calcio reacciona con el dióxido de azufre y el oxígeno produciendo sulfato de calcio y dióxido de carbono.

Si se inhibe la aireación se produce:

$$\text{Ca}(\text{CO}_3)_{(s)} + \text{SO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{SO}_3)_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$$

b) Utilizando tu conocimiento de química, explica detalladamente el tipo de reacción y los procesos que tienen lugar en la ecuación anterior.

Es una reacción por sustitución y tiene lugar el desprendimiento de dióxido de carbono (gas).

c) Utilizando tu conocimiento de química, indica como se denominan los modelos de representación del carbonato de calcio que se ilustran en las siguientes imágenes.

c1)


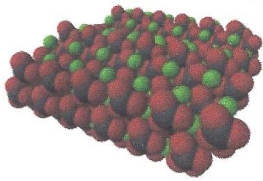


Imagen de dicha sustancia.

c2) $\text{CaCO}_{3(s)}$

Fórmula molecular

c3)



Modelo atómico-molecular

Imágenes obtenidas en: http://es.wikipedia.org/wiki/Carbonato_de_calcio (27/9/2012)

Desde el referencial deseable que se detalla en el *Anexo 2, Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2012*, en la Parte B, se espera que el estudiante escriba y explique el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. Tal como se ve en la imagen, en el inciso a) se escriben ecuaciones químicas con ciertos errores conceptuales y no se explican los equilibrios ácido-base; en el inciso b₁) se escriben correctamente las fórmulas simbólicas y no las fórmulas desarrolladas; en el b₂) se representa de manera incorrecta y en el c) se utiliza la definición de Arrhenius, sin mencionar otras teorías ni la función de las características de los átomos y enlaces intervinientes. Esta respuesta obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

Este alumno B7, luego de tres años de instrucción, no demostró progreso en los aspectos de EFC descritos.

A Fin 2012 se reiteran las características que se presentaron en instancias anteriores (Inicio, Fin 2010 y Fin 2011):

- Los alumnos proceden a interpretar, describir y explicar mejor tanto el lenguaje simbólico de las ecuaciones químicas ya escritas, como las representaciones microscópicas que se les presentan, que a escribirlas o dibujarlas por ellos mismos.

Una vez más se pone de manifiesto, que el saber y el saber hacer suponen procesos de aprendizaje diferentes y, frecuentemente, independientes.

La investigación sobre aprendizaje y enseñanza de las ciencias ha puesto de manifiesto la diferente naturaleza del conocimiento declarativo (saber decir) y el conocimiento procedimental (saber hacer). Esta distinción establecida por Anderson (1983), permite dar un significado psicológico preciso a la divergencia entre lo que se puede decir y hacer. Se trata de dos tipos de conocimiento distintos que, además, en muchos casos, se adquieren por vías diferentes: el conocimiento declarativo es fácilmente verbalizable, puede adquirirse por exposición verbal y suele ser consciente; al conocimiento procedimental no siempre se es capaz de verbalizarlo, se adquiere más fácilmente a través de la acción y se ejecuta frecuentemente de modo automático, sin que se sea consciente de ello (Pozo, 1998).

Johnstone (1982), fue uno de los primeros investigadores que describieron los tres niveles de comprensión de los conceptos científicos: macroscópico, microscópico y simbólico. El macroscópico se ocupa de la descripción de los fenómenos sensoriales/visibles. El microscópico, se utiliza para la descripción e interpretación de dichos fenómenos, mediante el modelo atómico-molecular de la materia. El nivel simbólico representa la materia en términos de fórmulas químicas y ecuaciones.

Los estudiantes encuentran difícil la transferencia de un nivel a otro, ya que los profesores de química a veces no prestan suficiente atención a la explicación de estas transiciones. Para remediar esto, Johnstone (1982), sugirió que haciendo hincapié en la existencia de tres niveles y las asociaciones entre ellos facilitaría a los estudiantes las transformaciones que tienen que realizar.

La cultura didáctica moderna enfatiza la importancia de ayudar a los estudiantes a entender, manipular y traducir entre diferentes tipos de representaciones, icónicas y simbólicas, de la estructura atómica y molecular de las sustancias (Gilbert & Treagust, 2009). Cuando los estudiantes se vuelven más expertos son capaces de utilizar los temas conceptualmente pertinentes y, a través de las representaciones, coordinar múltiples representaciones del conocimiento macroscópico, molecular y simbólico (Cook, Wiebe & Carter, 2008).

En opinión de Cooper, Grove, Underwood & Klymkowsky (2010), las prácticas educativas actuales hacen, para la mayoría de los estudiantes, que sea casi imposible desarrollar la competencia representacional, es decir, mejorar las habilidades que permiten a una persona utilizar representaciones para comprender los fenómenos químicos en términos de entidades físicas y procesos subyacentes.

- Para definir un ácido, la mayoría de los estudiantes aplicó una teoría similar a la de Arrhenius (sin aclarar el medio acuoso o no) donde todas las sustancias que ceden átomos de H (ionizable o no) son ácidos. Por lo tanto, se asocia la existencia de H en la fórmula de la sustancia con el comportamiento ácido. En las respuestas no se hallaron ciertas características relevantes de los modelos macroscópico (las propiedades de las sustancias tales como por ejemplo, el tipo, cómo se disuelven y la conductividad eléctrica), ni del microscópico (teorías de Brønsted-Lowry y Lewis; estabilidad de la base conjugada, la hibridación y la resonancia). En muy pocos casos los estudiantes utilizaron la polaridad del enlace para la explicación.

Uno de los temas considerado como difícil para los estudiantes es la química ácido-base (Duis, 2011). Las respuestas halladas en este estudio tienen similitud con las obtenidas por otros autores tanto con alumnos avanzados de la escuela secundaria (Furió, 2007) como con alumnos universitarios (Cartrette & Mayo, 2010).

- *Utilizar pruebas científicas (UPC):*

Como se señaló anteriormente, desde Fin 2011 a Fin 2012, en Bioquímica los resultados mejoraron y en Biotecnología se mantuvieron.

Esta tendencia se ejemplifica mediante los alumnos B19 y L20 de ambas carreras. Se presentan cuatro imágenes: las respuestas a la pregunta 6 de lluvia ácida de los cuestionarios de Fin 2011 y Fin 2012, respectivamente.

Imagen 36. Alumno B19. Pregunta 6 de lluvia ácida que valora UPC a Fin 2011.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 6

El CO_2 atmosférico se disuelve en el agua tanto de río como de mar, combinándose químicamente con el agua para producir un ión bicarbonato y un ión de hidronio. El bicarbonato se disocia para producir carbonato e hidronio. El carbonato se combina con calcio para producir un precipitado de carbonato de calcio. Si el pH del agua baja significativamente, dichas reacciones pueden revertir hacia la formación de CO_2 .

El efecto del pH sobre el porcentaje de composición de bicarbonato y carbonato es básicamente el mismo para agua dulce y para agua salada.

No obstante, como se observa en la siguiente figura, existe una diferencia pequeña, entre el patrón de curvas para agua pura y para agua salada.

El gráfico muestra el porcentaje de HCO_3^- (curvas rojas) y CO_3^{2-} (curvas azules) en función del pH. El eje X representa el pH de 4 a 12. El eje Y representa el porcentaje de 0 a 100. Se muestran dos conjuntos de curvas: una para 'agua pura' y otra para 'agua de mar'. Las curvas para 'agua de mar' están desplazadas hacia la izquierda respecto a las de 'agua pura'. Se indican con flechas los pH de agua pura (aprox. 7.2) y de agua de mar (aprox. 8.2).

Imagen obtenida: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf> (20-9-11)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s y explica por qué la/s elegiste.

- ☒ El porcentaje de composición de iones bicarbonato y carbonato, a un pH dado, es mayor en el agua de mar.
- ☐ Si en el mar hay mayor concentración de iones bicarbonato y carbonato, habrá mayor disolución del carbonato de calcio (efecto del ión común).
- ☐ A pH alcalinos no se favorece la precipitación de los carbonatos.
- ☐ A pH ácido y dado que el bicarbonato es muy volátil, se favorece la eliminación del mismo.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2011, en la Parte B, se espera que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para interpretar la gráfica. Los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico, hay que identificar cuáles son las variables representadas en el mismo y comprender su relación. Solamente la primera afirmación se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico.

Tal como se observa en la imagen anterior el estudiante marcó la opción correcta, dudó con la tercera opción y se eximió de explicar su elección. Por lo tanto este alumno obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

Imagen 37. Alumno B19. Pregunta 6 de lluvia ácida que valora UPC a Fin 2012.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 6

Para poder contar con información que muestra la importancia del uso de los líquenes para determinar la calidad del aire (y posibilidades de lluvia ácida), se realiza una descripción resumida de algunos estudios donde se emplean los líquenes como bioindicadores y bioacumuladores de los contaminantes atmosféricos como se puede ver en la siguiente tabla.

Contaminante estudiado en los líquenes	Lugar del estudio	Resultados importantes
2007		
CO, NO _x y SO ₂	Roma, Italia	La diversidad de líquenes disminuye cuando hay mayores concentraciones de CO, NO _x y SO ₂ en la atmósfera.
2006		
SO _x , NO _x , CO, CO ₂	Bogotá, Colombia	La contaminación guarda estrecha relación con la ausencia de líquenes.
2000		
CO, SO ₂ , NO _x	Rosario, Argentina	Se observan bajas concentraciones de estos contaminantes en zonas suburbanas y altas concentraciones en zonas cercanas a la mayor actividad industrial.

Adaptación de la información obtenida de:

<http://web.uned.ac.cr/biocenososis/images/stories/articulos/Vol25/08-Mendez-Liquenes-VF.pdf>. (12/9/12)

a) ¿A partir del texto y de la tabla anterior, pueden extraerse las siguientes conclusiones? Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones de los datos de la tabla?	Respuesta
En Bogotá la contaminación guarda relación con el fenómeno conocido como "lluvia ácida" responsable de los daños en los techos de zinc y alambrados.	Sí/No
La información anterior permite generar un mapa mundial que muestra cuáles países han utilizado los líquenes para monitorear la calidad del aire.	Sí/No
En zonas cercanas a la mayor actividad industrial de Rosario, existen condiciones para que se origine lluvia ácida.	Sí/No

b) Explica, lo más detalladamente posible, la/s respuesta/s positiva/s que hayas elegido.

Se puede realizar un mapa con estos 3 países. En la zona industrial de Rosario se producen muchos gases que al disolverse en agua de lluvia generan "lluvia ácida". Hay más probabilidad en esta zona por la gran concentración de gases generados.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2012, en la Parte B, se pretende que el alumno interprete los datos proporcionados en el texto y en la tabla para llegar a las conclusiones pertinentes. Las tres respuestas correctas son: No, No, Sí, en este orden. Ya que el estudiante, además de seleccionar correctamente las opciones, explicó su elección positiva: "Se puede realizar un mapa con estos 3 países. En la zona industrial de Rosario se producen muchos gases que al disolverse en el agua de lluvia generan "lluvia ácida". Hay más probabilidad en esta zona por la gran concentración de gases generados". Esta respuesta obtiene una puntuación máxima de 2 puntos.

Imagen 38. Alumno L20. Pregunta 6 de lluvia ácida que valora UPC a Fin 2011.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 6

El CO_2 atmosférico se disuelve en el agua tanto de río como de mar, combinándose químicamente con el agua para producir un ión bicarbonato y un ión de hidronio. El bicarbonato se disocia para producir carbonato e hidronio. El carbonato se combina con calcio para producir un precipitado de carbonato de calcio. Si el pH del agua baja significativamente, dichas reacciones pueden revertir hacia la formación de CO_2 .

El efecto del pH sobre el porcentaje de composición de bicarbonato y carbonato es básicamente el mismo para agua dulce y para agua salada.

No obstante, como se observa en la siguiente figura, existe una diferencia pequeña, entre el patrón de curvas para agua pura y para agua salada.

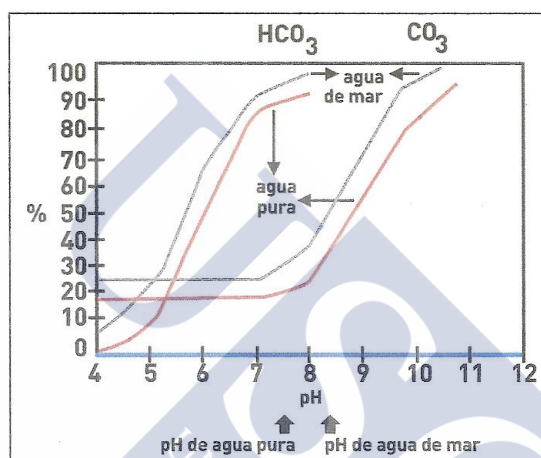


Imagen obtenida: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf> (20-9-11)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s y explica por qué la/s elegiste.

- ☒ El porcentaje de composición de iones bicarbonato y carbonato, a un pH dado, es mayor en el agua de mar.
- ☐ Si en el mar hay mayor concentración de iones bicarbonato y carbonato, habrá mayor disolución del carbonato de calcio (efecto del ión común).
- ☐ A pH alcalinos no se favorece la precipitación de los carbonatos.
- ☐ A pH ácido y dado que el bicarbonato es muy volátil, se favorece la eliminación del mismo.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2011, en la Parte B, se aspira a que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para interpretar la gráfica. Los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico, hay que identificar cuáles son las variables representadas en el mismo y comprender su relación. Solamente la primera afirmación se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico. Tal como se observa en la imagen anterior, el estudiante marcó la opción correcta, dudó con la tercera opción (casi borró el casillero) y se eximió de explicar su elección. Por lo tanto este alumno obtiene la puntuación parcial de 1 punto.

Imagen 39. Alumno L20. Pregunta 6 de lluvia ácida que valora *UPC* a Fin 2012.

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 6

Para poder contar con información que muestra la importancia del uso de los líquenes para determinar la calidad del aire (y posibilidades de lluvia ácida), se realiza una descripción resumida de algunos estudios donde se emplean los líquenes como bioindicadores y bioacumuladores de los contaminantes atmosféricos como se puede ver en la siguiente tabla.

Contaminante estudiado en los líquenes	Lugar del estudio	Resultados importantes
2007		
CO, NO _x y SO ₂	Roma, Italia	La diversidad de líquenes disminuye cuando hay mayores concentraciones de CO, NO _x y SO ₂ en la atmósfera.
2006		
SO _x , NO _x , CO, CO ₂	Bogotá, Colombia	La contaminación guarda estrecha relación con la ausencia de líquenes.
2000		
CO, SO ₂ , NO _x	Rosario, Argentina	Se observan bajas concentraciones de estos contaminantes en zonas suburbanas y altas concentraciones en zonas cercanas a la mayor actividad industrial.

Adaptación de la información obtenida de:
<http://web.uned.ac.cr/biocenosis/images/stories/articulos/Vol25/08-Mendez-Liquenes-VF.pdf>. (12/9/12)

a) ¿A partir del texto y de la tabla anterior, pueden extraerse las siguientes conclusiones? Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones de los datos de la tabla?	Respuesta
A En Bogotá la contaminación guarda relación con el fenómeno conocido como "lluvia ácida" responsable de los daños en los techos de zinc y alambrados.	<input checked="" type="radio"/> No
B La información anterior permite generar un mapa mundial que muestra cuáles países han utilizado los líquenes para monitorear la calidad del aire.	Sí / <input checked="" type="radio"/> No
C En zonas cercanas a la mayor actividad industrial de Rosario, existen condiciones para que se origine lluvia ácida.	<input checked="" type="radio"/> No

b) Explica, lo más detalladamente posible, la/s respuesta/s positiva/s que hayas elegido.

A - Es posible extraer tal conclusión ya que si afecta a los líquenes, entonces hay alta concentración de este contaminante que ante zinc y alambrados (fe) pueden generar transformaciones en ellos.

C - Dado que en las zonas industriales hay más conc. de contaminantes, es muy probable que a partir de esos se genere lluvia ácida.

Desde el referencial deseable que se detalla en el Anexo 2, *Instrumentos para la recolección de la información*, en el cuestionario de competencia científica del Instrumento Fin 2012, en la Parte B, se pretende que el alumno interprete los datos proporcionados en el texto y en la tabla para llegar las conclusiones pertinentes. Las tres respuestas correctas son: No, No, Sí, en este orden. El estudiante, selecciona correctamente dos ítems de los tres (el segundo y el tercero) y explica la respuesta positiva: "Dado que en las zonas industriales hay mas conc. de contaminantes, es muy probable que a partir de esos se genere lluvia ácida". Por tal motivo, obtiene una puntuación parcial de 1 punto.

Las imágenes anteriores dan cuenta de que, en esta *sub-competencia*, y a medida que avanzó el estudio, el alumnado comenzó a explicar y a

justificar, aunque exiguamente, su manera de utilizar las pruebas o datos suministrados en distintos formatos (textos, tablas, imágenes y gráficas).

El interés por los resultados y el análisis de estas preguntas se focalizaron en la *sub-competencia Utilizar pruebas científicas, UPC*. La construcción e interpretación de las representaciones gráficas plantean muchas dificultades a los estudiantes de secundaria, universidad e incluso graduados universitarios como se ha puesto de manifiesto en las investigaciones de varios autores (Leinhardt, Zaslavsky & Stein, 1990; Postigo y Pozo, 1999; Berg & Smith, 1994).

Con estos resultados y según se explicó en el apartado C.2.4. (*Instrumentos de análisis de la información*), las puntuaciones de los subtotales de cada *sub-competencia* y del total (RTCC) se convirtieron en porcentajes.

En el cuestionario de *competencia científica* del *Instrumento Fin 2012*, mediante 12 ítems, se evaluó el *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)*, cada uno con una puntuación máxima de 2 puntos, por lo tanto el 100% se equiparó a un total de 24 puntos. De este modo, como cada *sub-competencia* fue valorada por 4 preguntas, con una puntuación máxima de 2 puntos cada una, el 100% equivalió a todas las preguntas respondidas correctamente, o sea 8 puntos.

En las *Tablas C.3.2.1.11* y *C.3.2.1.12*, para Bioquímica y Biotecnología respectivamente, se exponen los resultados obtenidos para cada una de las *sub-competencias* y para la suma de las mismas, expresados en porcentajes, según lo descrito anteriormente.

Estas tablas se ubican en la página siguiente y, se puede observar que, en la primera columna se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número, en la segunda columna se indica la puntuación obtenida por ese alumno en la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)* y en la tercera columna el porcentaje correspondiente a la misma. Esta organización se repite en las siguientes columnas para las otras dos *sub-competencias* (*Explicar fenómenos científicos, EFC* y *Utilizar pruebas científicas, UPC*). En las últimas dos columnas se pueden observar la suma de las tres *sub-competencias* (*Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*) y el porcentaje de la misma, respectivamente.

Se redondearon los números decimales del siguiente modo: si el decimal hallado fue mayor o igual a 5, se incrementó en una unidad el número correspondiente. En caso contrario, se suprimieron los decimales y se mantuvo su valor numérico.

Para la interpretación de tablas mencionadas (*C.3.2.1.11* y *C.3.2.1.12*), se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7). Así, se puede ver que las transformaciones de sus puntuaciones en porcentajes son las siguientes:

- En *ICC* este alumno logra 5 puntos. Tal como se dijo en párrafos anteriores para este cuestionario el 100% en esta *sub-competencia* equivale a 8 puntos, por lo tanto el porcentaje para este estudiante en esta sub-competencia corresponde a un valor de 63%.

- De igual modo se realiza el cálculo para *EFC*: este alumno obtiene 3 puntos, por lo tanto si el 100% en esta *sub-competencia* es de 8 puntos totales, el cálculo del porcentaje para B7 resulta un 38%.

- En *UPC* alcanza 5 puntos de los 8 totales (100%). De esta manera el porcentaje implica el 63%.

- La suma en *RTCC* resulta 13 puntos. Si el 100% corresponde a 24 puntos, el porcentaje de este alumno en el total es de 54%.

Referencias: Al. = alumno.

Tabla C.3.2.1.11. Puntuaciones y porcentajes de la competencia científica. Fin 2012. Bioquímica (B) n = 15

Al.	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
B7	5	63	3	38	5	63	13	54
B10	7	88	6	75	8	100	21	88
B13	5	63	3	38	5	63	13	54
B14	6	75	5	63	8	100	19	79
B15	7	88	7	88	8	100	22	92
B16	6	75	3	38	6	75	15	63
B19	5	63	3	38	4	50	12	50
B22	7	88	7	88	8	100	22	92
B32	7	88	7	88	8	100	22	92
B34	7	88	6	75	5	63	18	75
B35	7	88	6	75	5	63	18	75
B36	7	88	6	75	5	63	18	75
B38	5	63	3	38	5	63	13	54
B43	7	88	7	88	8	100	22	92
B44	7	88	5	63	7	88	19	79

En la *Tabla C.3.2.1.11* se puede observar que los porcentajes en *RTCC* de los alumnos que han cursado tres años en la carrera de Bioquímica han mejorado. No hay ningún alumno que no supere el 50%. Los cuatro alumnos con mejores resultados son B15, B22, B32 y B43. También puede citarse a B10. Los cuatro con los resultados más bajos son B7, B13, B19 y B38. Comparando las *sub-competencias*, los porcentajes relativamente más altos se detectan en *ICC* y *UPC*, seguidos por *EFC*. En esta última se destaca que 5 de 15 estudiantes (B7, B13, B16, B19 y B38), no superan el 50%.

En la *Tabla C.3.2.1.12* se puede observar que los porcentajes en *RTCC* de los alumnos que han cursado tres años en la carrera de Biotecnología han mejorado. No hay ningún alumno que no supere el 50%. Los tres alumnos con mejores resultados son L3, L6 y L19. Los alumnos con los valores más bajos son L11 y L16. Comparando las *sub-competencias*, a semejanza de lo que ocurre en Bioquímica, los porcentajes relativamente más altos se detectan en *ICC*, seguidos por *UPC* y finalmente por *EFC*. En esta última se destaca que 5 de 9 estudiantes, igualan (L20 y L31) o no superan (L11, L16 y L18) el 50%.

Tabla C.3.2.1.12. Puntuaciones y porcentaje de la competencia científica. Fin 2012. Biotecnología (L) n = 9

Al.	ICC	% ICC	EFC	% EFC	UPC	% UPC	RTCC	% RTCC
L3	7	88	6	75	6	75	19	79
L6	7	88	6	75	6	75	19	79
L11	8	100	2	25	4	50	14	58
L16	8	100	2	25	4	50	14	58
L18	7	88	3	38	5	63	15	63
L19	7	88	7	88	8	100	22	92
L20	8	100	4	50	5	63	17	71
L28	6	75	5	63	5	63	16	67
L31	6	75	4	50	5	63	15	63

C.3.2.2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS AÑOS LECTIVOS EN LAS CARRERAS DE BIOQUÍMICA Y DE BIOTECNOLOGÍA.

En los párrafos anteriores se ha realizado un análisis de los datos obtenidos de las repuestas de los alumnos a los cuestionarios de *competencia científica*. Para cada cuestionario de los distintos instrumentos (Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012), las puntuaciones se han organizado por cada carrera, alumno, *sub-competencia científica* y *rendimiento total*. Posteriormente, dichas puntuaciones se han transformado en porcentajes. En la instancia de Inicio 2010 también se realizó la categorización por niveles.

Con el fin de efectuar un análisis comparativo entre los años lectivos mencionados, en este apartado, se exponen dichos porcentajes por cada carrera y alumno en las distintas instancias sucesivas. Para ello se rescatan los valores ya expresados en las siguientes *Tablas*: C.3.1.1.3 y C.3.1.1.4 (*Inicio 2010*); C.3.2.1.3 y C.3.2.1.4 (*Fin 2010*); C.3.2.1.7 y C.3.2.1.8 (*Fin 2011*); C.3.2.1.11 y C.3.2.1.12 (*Fin 2012*). Con dichos valores se construyen las *Tablas* C.3.2.2.1 y C.3.2.2.2, para Bioquímica y Biotecnología respectivamente, en las que se exponen los resultados obtenidos para cada una de las tres *sub-competencias* y el *rendimiento total*, en los cuatro cuestionarios, expresados en porcentajes.

Seguidamente, como se puede apreciar en las dos tablas citadas, en la primera columna se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número. En la segunda columna se recogen los porcentajes calculados en la *sub-competencia Identificar cuestiones científicas (ICC)*. La misma se subdivide en cuatro columnas correspondientes a cada momento en que se recogió la información: Inicio 2010 (I10), Fin 2010 (F10), Fin 2011 (F11) y Fin 2012 (F12).

La tercera y cuarta columnas, con idéntica organización que la segunda, recogen los porcentajes de las otras dos *sub-competencias (Explicar fenómenos científicos, EFC y Utilizar pruebas científicas, UPC)*.

Por último, en la quinta columna y con la misma disposición que las anteriores, se reúnen los porcentajes obtenidos en el *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*.

Para interpretar las tablas que figuran a continuación se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7), en las distintas instancias en la que se recogió la información. Así, se puede ver que sus porcentajes en las tres *sub-competencias* y en el *rendimiento total* son los siguientes:

- En *Identificar cuestiones científicas, ICC*, este alumno alcanza: un 33% en el cuestionario que se aplicó en el momento que ingresó en la carrera de Bioquímica, Inicio de 2010. Luego de un año de cursado, del análisis de sus resultados en el cuestionario de Fin 2010, ese porcentaje es de 20%. Posteriormente, a fines del año 2011 se aplicó el tercer cuestionario y su porcentaje resultó el 63%. Por último, para el cuestionario administrado a fines de 2012 el porcentaje de esta *sub-competencia* se mantuvo en igual valor.

- De igual modo para *Explicar fenómenos científicos, EFC*, este alumno obtiene: un 25% en el cuestionario de Inicio 2010, un 14% en la instancia de Fin 2010, un 33% en el de Fin 2011 y un 38% a Fin 2012.

- En *Utilizar pruebas científicas, UPC*, logra: un porcentaje igual a 75% a Inicio 2010, 0% a Fin 2010, 88% a Fin 2011 y 63% a Fin 2012.

- La suma de las tres sub-competencias, o sea el *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*, este alumno consigue: un 38 % a Inicio de 2010, 13% a Fin de 2010, 57% a Fin 2011 y 54% a Fin 2012.

En la última fila de cada tabla se han sumado los porcentajes obtenidos en cada instancia.



Tabla C.3.2.2.1. Porcentajes de la competencia científica en los cuatro cuestionarios.

Bioquímica (B) n = 15

Al.	% ICC				% EFC				% UPC				% RTCC			
	I10	F10	F11	F12	I10	F10	F11	F12	I10	F10	F11	F12	I10	F10	F11	F12
B7	33	20	63	63	25	14	33	38	75	0	88	63	38	13	57	54
B10	100	80	63	88	55	64	75	75	75	67	88	100	67	70	75	88
B13	100	80	75	63	35	36	42	38	100	17	50	63	62	47	54	54
B14	100	50	25	75	55	43	42	63	75	33	50	100	67	43	39	79
B15	67	50	88	88	75	57	92	88	75	50	75	100	74	53	86	92
B16	67	0	75	75	5	7	33	38	75	17	75	75	32	7	57	63
B19	17	70	88	63	55	50	58	38	75	0	25	50	53	47	57	50
B22	50	30	88	88	20	36	67	88	50	17	50	100	32	30	71	92
B32	83	30	88	88	20	36	75	88	75	50	75	100	44	37	79	92
B34	50	40	88	88	15	36	58	75	75	33	50	63	35	37	64	75
B35	33	50	25	88	55	57	67	75	75	17	88	63	56	47	61	75
B36	50	70	75	88	30	29	83	75	75	17	50	63	44	40	71	75
B38	50	20	75	63	40	50	42	38	63	17	50	63	47	33	54	54
B43	17	80	88	88	35	64	83	88	25	17	50	100	29	60	75	92
B44	50	50	88	88	40	36	50	63	100	50	88	88	56	43	71	79
	867	720	1092	1194	560	615	900	968	1088	402	952	1191	736	607	971	1114

Referencias: Al. = Alumno. Referencias para los cuestionarios: I10 = Inicio 2010; F10 = Fin 2010; F11 = Fin 2011; F12 = Fin 2012

En la *Tabla C.3.2.2.1* se pueden observar las variaciones en los porcentajes, a saber:

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica que comienzan a Inicio 2010 con un valor de 867, luego a Fin de 2010 disminuye a 720 y posteriormente aumenta para Fin 2011 (1092) y Fin 2012 (1194). Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010, a excepción de los 5 alumnos (B19, B35, B36, B43 y B44), los 10 restantes disminuyen sus porcentajes, confirmando la tendencia del párrafo anterior. Al analizar qué ocurre entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que solamente 2 alumnos (B14 y B35) no aumentan los valores. Para Fin 2012 respecto a Fin 2011 se distingue que 3 alumnos disminuyen sus resultados (B13, B19 y B38), 5 los aumentan (B10, B14, B15, B35 y B36) y 7 los mantienen igual que a Fin 2011 (B7, B16, B22, B32, B34, B43 y B44).

- *Explicar fenómenos científicos, EFC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica una tendencia a aumentar. A Inicio de 2010 es de 560, la más baja de las tres *sub-competencias* en esa instancia, luego aumenta ligeramente a Fin 2010 (615) y sigue aumentando para Fin 2011 (900) y Fin 2012 (968). Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010, a excepción de los 4 alumnos (B14, B15, B19 y B36), los 11 restantes aumentan sus porcentajes. Al analizar qué ocurre entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que solamente 1 alumno (B14) no aumenta el valor. Para Fin 2012 respecto a Fin 2011 se distingue que 5 alumnos disminuyen sus resultados (B13, B15, B19, B36 y B38) y los 10 restantes los aumentan.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica que a Inicio de 2010 es de 1088, la más alta de las tres *sub-competencias* en esa instancia. A continuación, decrece fuertemente a Fin 2010 (402) y vuelve a crecer para Fin 2011 (952) y Fin 2012 (1191). Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010, todos los alumnos disminuyen sus porcentajes. Al analizar qué ocurre entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que la totalidad de los alumnos aumentan sus valores. Para Fin 2012 respecto a Fin 2011 se distingue solamente 1 alumno (B7) que disminuye su resultado respecto al año anterior, 2 los mantienen igual (B16 y B44) y los 12 restantes los aumentan.

- *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica que comienzan a Inicio 2010 con un valor de 736, luego a Fin 2010 disminuye a 607 y posteriormente aumenta para Fin 2011 (971) y Fin 2012 (1114). Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010, a excepción de los 3 alumnos (B10, B34 y B43) que aumentan sus porcentajes, los 12 restantes los disminuyen. Al analizar qué ocurre entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que solamente 1 alumno (B14) no aumenta su valor. Para Fin 2012 respecto a Fin 2011 se distinguen 2 alumnos (B7 y B19) que disminuyen sus resultados respecto al año anterior y los 13 restantes los aumentan.

Tabla C.3.2.2.2. Porcentajes de la competencia científica en los cuatro cuestionarios.

Biotecnología (L) n = 9

Al.	% ICC				% EFC				% UPC				% RTCC			
	I10	F10	F11	F12	I10	F10	F11	F12	I10	F10	F11	F12	I10	F10	F11	F12
L3	50	70	63	88	50	64	67	75	100	50	63	75	62	63	64	79
L6	33	70	75	88	20	43	83	75	50	50	75	75	29	53	79	79
L11	33	60	75	100	30	36	75	25	38	67	63	50	32	50	71	58
L16	50	60	38	100	35	50	67	25	75	17	38	50	47	47	50	58
L18	17	30	25	88	20	14	50	38	0	0	38	63	15	17	39	63
L19	17	100	63	88	45	64	83	88	75	100	88	100	47	83	79	92
L20	83	50	88	100	15	43	50	50	50	17	63	63	35	40	64	71
L28	50	10	75	75	20	57	100	63	75	17	63	63	38	33	82	67
L31	50	30	13	75	20	29	58	50	75	50	88	63	38	33	54	63
	383	480	515	802	255	400	633	489	538	368	579	602	343	419	582	630

Referencias: Al. = Alumno. Referencias para los cuestionarios: I10 = Inicio 2010; F10 = Fin 2010; F11 = Fin 2011; F12 = Fin 2012

En la *Tabla C.3.2.2.2*, para Biotecnología, se exponen los resultados obtenidos para cada una de las tres *sub-competencias* y el *rendimiento total*, en los cuatro cuestionarios, expresados en porcentajes. En dicha tabla se pueden observar las variaciones en los porcentajes, a saber:

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica una tendencia a aumentar: comienzan a Inicio 2010 con un valor de 383, luego a Fin de 2010 aumenta a 480 y posteriormente crece para Fin 2011 (515) y Fin 2012 (802).

Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010, a excepción de los 2 alumnos (L28 y L31) que disminuyen sus porcentajes, los 7 restantes los aumentan. Al analizar qué ocurre entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que 5 alumnos (L3, L16, L18, L19 y L31), de los 9 totales, disminuyen los valores y solamente 4 los aumentan (L6, L11, L20 y L28). Para Fin 2012 respecto a Fin 2011 todos los alumnos aumentan sus porcentajes.

- *Explicar fenómenos científicos, EFC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica que, a Inicio de 2010, es de 255, la más baja de las tres *sub-competencias* en esa instancia. Luego aumenta a Fin 2010 (400) y sigue aumentando para Fin 2011 (633) y llamativamente disminuye a Fin 2012 (489).

Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010 y entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que todos los alumnos aumentan los valores. Para Fin 2012 respecto Fin 2011 se distingue que 6 alumnos disminuyen sus resultados (L6, L11, L16, L18, L28 y L31), 1 alumno lo mantiene igual (L20) y solamente los 2 restantes (L3 y L19) los aumentan.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica que, a Inicio de 2010 es de 538, la más alta de las tres *sub-competencias* en esa instancia. A continuación, decrece a Fin 2010 (368) y vuelve a crecer para Fin 2011 (579) y Fin 2012 (602).

Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010, 5 alumnos disminuyen sus porcentajes (L3, L16, L20, L28 y L31), 2 permanecen igual (L6 y L18) y 2 los aumentan (L11 y L19). Al analizar qué ocurre entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que 7 alumnos (L3, L6, L16, L18, L20, L28 y L31) aumentan sus valores y solamente 2 (L11 y L19) los disminuyen. Para Fin 2012 respecto a Fin 2011 se distinguen 4 alumnos (L3, L16, L18 y L19) que aumentan sus resultados respecto al año anterior, 2 los disminuyen (L11 y L31) y 3 los mantienen igual (L6, L20 y L28).

- *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*

En la última fila la suma de los porcentajes indica una tendencia a aumentar. A Inicio 2010 comienzan con un valor de 343, luego a Fin de 2010 aumenta a 419 y posteriormente aumenta para Fin 2011 (582) y Fin 2012 (630).

Si se comparan los porcentajes de Inicio 2010 con Fin 2010, a excepción de los 2 alumnos (L28 y L31) que disminuyen sus porcentajes, 1

(L16) que lo mantiene igual, los 6 restantes (L3, L6, L11, L18, L19 y L20) aumentan sus valores. Al analizar qué ocurre entre Fin 2010 y Fin 2011 se encuentra que solamente 1 alumno (L19) reduce su valor. Para Fin 2012 se distingue solamente 2 alumnos (L11 y L28) que disminuyen sus resultados respecto al año anterior, 1 (L6) lo mantiene igual y los 6 restantes los aumentan.

Si se consideran las variaciones de rendimiento en la *competencia científica* de los grupos analizados en relación con los años de estudio, los análisis revelan que:

- En Bioquímica en *ICC* y *UPC* en el tiempo transcurrido ente Inicio 2010 y Fin 2010, los porcentajes tienden a bajar para luego subir a Fin 2011 y Fin 2012. Para *EFC*, los valores mayoritariamente aumentan en todas las instancias. En *RTCC*, luego del primer año, los porcentajes disminuyen para luego incrementarse en los dos años posteriores.

- En Biotecnología en *ICC* los valores tienden a aumentar en todas las instancias. Para *EFC* sin embargo, los valores van en aumento pero decrecen a Fin 2012 en donde la mayoría de los alumnos disminuye los porcentajes. En *UPC* en el tiempo transcurrido ente Inicio 2010 y Fin 2010, los porcentajes tienden a bajar para luego subir a Fin 2011 y Fin 2012. En *RTCC* ocurre algo diferente a Bioquímica, luego del primer año y también en los años siguientes los porcentajes aumentan.

A pesar de los vaivenes en los distintos años, principalmente la caída de los valores entre Inicio 2010 y Fin 2010, tanto en Bioquímica como en Biotecnología se puede observar una asociación positiva entre los años de estudio y el rendimiento en la *competencia científica*. Excepto, específicamente en *EFC* de Biotecnología en la cual, a Fin 2012, se observa que los porcentajes tienden a disminuir respecto a Fin 2011, aunque no descienden a los valores anteriores de Inicio y Fin 2010.

C.3.2.3. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RENDIMIENTO, INFERIDOS Y ELABORADOS A PARTIR DE LOS APARTADOS C.3.2.1 Y C.3.2.2.

Teniendo en cuenta lo descrito en el apartado C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*, para comunicar los resultados mediante categorías o en una escala continua, se llevó a cabo una adaptación al procedimiento de evaluación cualitativa y comunicación en porcentajes propuesto por Biggs (2005, p. 236). De acuerdo con este criterio, en la *Tabla C.2.4.1*, en el capítulo 2, se presentaron los niveles de *competencia científica* según los rangos de puntuaciones obtenidos, expresados en porcentajes, de la siguiente manera: Nivel máximo, entre 100% a 70%; Nivel medio, de 70% a 50%; Nivel bajo, menor que 50%.

Para realizar las transformaciones de los porcentajes a niveles de rendimiento se utilizan los datos que figuran en en la *Tablas C.3.2.2.1 y C.3.2.2.2* para Bioquímica y Biotecnología, respectivamente.

Las *Tablas C.3.2.3.1, C.3.2.3.2 y C.3.2.3.4* comprenden los niveles de los alumnos de Bioquímica y de Biotecnología, tanto en el *rendimiento total* como en las tres *sub-competencias científicas* estudiadas, obtenidos de los resultados de los cuestionarios de Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012, respectivamente.

Las tres tablas mencionadas están estructuradas de la misma manera. En la primera columna se indican los niveles anteriormente aclarados: máximo, medio y bajo. En la segunda se recogen los alumnos de Bioquímica, en la tercera los alumnos de Biotecnología y en la cuarta se señalan el *rendimiento total* (RTCC) y las tres *sub-competencias* (ICC, EFC, y UPC).

La segunda columna se subdivide en tres columnas: una con la identificación del alumno (Bn); la siguiente columna con la cantidad o número (Nº) de los alumnos de Bioquímica que se encuentran en el mismo nivel para la misma competencia, y la última con el porcentaje que ese número de alumnos representa del total de la muestra de Bioquímica.

Asimismo, la tercera columna se subdivide en tres columnas: una con la identificación del alumno (Ln); la siguiente columna con la cantidad o número (Nº) de los alumnos de Biotecnología que se encuentran en el mismo nivel para la misma competencia, y la última con el porcentaje que ese número de alumnos representa del total de la muestra de Biotecnología.

- Niveles de rendimiento Fin 2010.

Para la interpretación de la *Tabla C.3.2.3.1. Niveles de rendimiento en competencia científica. Número y porcentaje de alumnos. Fin 2010*, se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7).

A continuación, se puede ver un modelo de las transformaciones de sus porcentajes a niveles.

Los porcentajes obtenidos en cada *sub-competencia* y en el *rendimiento total* para este alumno figuran en las columnas denominadas F10 (Fin 2010) en *Tabla C.3.2.2.1*. La transformación a niveles para esa instancia se obtiene de la siguiente manera:

- En ICC este alumno alcanza un 20%. De acuerdo a lo recientemente expuesto, su nivel en esta *sub-competencia* es bajo.
- De igual modo para EFC este alumno obtiene un 14%, por lo tanto su rendimiento en esta *sub-competencia* también corresponde al nivel bajo.
- En UPC logra un porcentaje igual a 0%, es decir, para esta *sub-competencia* se ubica en el nivel bajo.
- La suma en RTCC resulta un 13% con lo cual para el *rendimiento total* pertenece al nivel bajo.

Siguiendo este procedimiento para todos los alumnos, la *Tabla C.3.2.3.1* comprende los niveles de rendimiento para las dos carreras, tanto en el total como en las tres *sub-competencias científicas* estudiadas.

Como se ejemplificó, el alumno 7 de Bioquímica (B7), se encuentra en el nivel bajo para RTCC. En la misma celda hay 11 alumnos más, por lo tanto en la columna de "Nº" hay 12 alumnos de los 15 totales expresados de la siguiente manera: 12/15. Estos 12 alumnos representan el 80% de Bioquímica que se encuentran en el nivel bajo para RTCC. Por lo tanto, como puede apreciarse en la *Tabla C.3.2.3.1*, para RTCC en Bioquímica, existe 0% de alumnos en el máximo nivel, 20% en el nivel medio y 80% en nivel bajo. La suma de los porcentajes para el *rendimiento total* en Fin 2010 es igual al 100%.

Tabla C.3.2.3.1. Niveles de rendimiento en competencia científica.
Número y porcentaje de alumnos. Fin 2010.

Categoría de calificación	Bioquímica (B) n=15			Biotecnología (L) n=9			Competencia
	Alumno	Nº	%	Alumno	Nº	%	
Alcanza los objetivos en su máximo nivel (% puntuación alcanzada 100 a 70)		0/15	0	L19	1/9	11	RTCC
	B10; B13; B19; B36; B43	5/15	33	L3; L6; L19	3/9	34	ICC
		0/15	0		0/9	0	EFC
		0/15	0	L19	1/9	12	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	B10; B15; B43	3/15	20	L3; L6; L11	3/9	33	RTCC
	B14; B15; B35; B44	4/15	27	L11; L16; L20	3/9	33	ICC
	B10; B15; B19; B35; B38; B43;	6/15	40	L3; L16; L19; L28	4/9	44	EFC
	B10; B15; B32; B44	4/15	27	L3; L6; L11; L31	4/9	44	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)	B7; B13; B14; B16; B19; B22; B32; B34; B35; B36; B38; B44	12/15	80	L16; L18; L20; L28; L31	5/9	56	RTCC
	B7; B16; B22; B32; B34; B38	6/15	40	L18; L28; L31	3/9	33	ICC
	B7; B13; B14; B16; B22; B32; B34; B36; B44	9/15	60	L6; L11; L18; L20; L31	5/9	56	EFC
	B7; B13; B14; B16; B19; B22; B34; B35; B36; B38; B43	11/15	73	L16; L18; L20; L28	4/9	44	UPC

Se realiza el análisis de la Tabla C.3.2.3.1 para ambas carreras. En la misma se exhiben los resultados obtenidos para *el rendimiento total* y para cada una de las *sub-competencias* evaluadas, expresados en porcentaje de alumnos que alcanzaron los distintos niveles de desempeño, en que se categorizó cada una de las mismas.

- Rendimiento total en la competencia científica, RTCC

Como se puede observar, un 80% de los alumnos de Bioquímica y un 56% de los alumnos de Biotecnología están por debajo del nivel básico

fijado. Esto significa que, luego de un año de cursado, la mayoría de los alumnos de estas carreras, no han adquirido la *competencia científica* que se investiga en este trabajo. Bioquímica presenta nulo el porcentaje en el nivel alto.

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*

El 33 por ciento de los ítems de evaluación de la *competencia científica* del cuestionario Fin 2010 se relaciona con esta competencia.

Bioquímica tiene 33% en el nivel alto, 27% en el medio y un 40% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado. Biotecnología tiene porcentajes similares en los tres niveles (34%, 33% y 33%, respectivamente).

- *Explicar fenómenos científicos, EFC*

El 47 por ciento de las tareas de evaluación de *competencia científica* del cuestionario Fin 2010 se relaciona con esta competencia.

Bioquímica y Biotecnología poseen, respectivamente, un 60% y 56% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado. En el nivel alto, ambas carreras presentan el porcentaje nulo. En el nivel medio, Bioquímica un 40% y Biotecnología un 44%.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC*

Esta competencia representa el 20 por ciento de la *competencia científica* del cuestionario Fin 2010.

Bioquímica obtiene un 73% de los alumnos por debajo del nivel básico fijado; 27% en el nivel medio y porcentaje nulo en el nivel alto. Biotecnología presenta un 44% de los alumnos tanto en el nivel medio como por debajo del nivel básico fijado y 12% en el nivel alto.

- Niveles de rendimiento Fin 2011.

Para la interpretación de la *Tabla C.3.2.3.2. Niveles de rendimiento en competencia científica. Número y porcentaje de alumnos. Fin 2011*, se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7).

A continuación, se puede ver un modelo de las transformaciones de sus porcentajes a niveles.

Los porcentajes obtenidos en cada *sub-competencia* y en el *rendimiento total* para este alumno figuran en las columnas denominadas F11 (Fin 2011) en *Tabla C.3.2.2.1*. La transformación a niveles para esa instancia se obtiene de la siguiente manera:

- En *ICC* este alumno alcanza un 63%. De acuerdo a lo recientemente expuesto, su nivel en esta *sub-competencia* es medio.

- En *EFC* este alumno obtiene un 33%, por lo tanto su rendimiento en esta *sub-competencia* también corresponde al nivel bajo.

- En *UPC* logra un porcentaje igual a 88%, es decir, para esta *sub-competencia* se ubica en el máximo nivel.

- En *RTCC* resulta un 57% con lo cual para el *rendimiento total* pertenece al nivel medio.

La *Tabla C.3.2.3.2* comprende los niveles de rendimiento para las dos carreras, tanto en el total como en las tres *sub-competencias científicas* estudiadas.

Tabla C.3.2.3.2. Niveles de rendimiento en competencia científica. Número y porcentaje de alumnos. Fin 2011.

Categoría de calificación	Bioquímica (B) n=15			Biotecnología (L) n=9			Competencia
	Alumno	Nº	%	Alumno	Nº	%	
Alcanza los objetivos en su máximo nivel (% puntuación alcanzada 100 a 70)	B10; B15; B22; B32; B36; B43; B44	7/15	47	L6; L11; L19; L28	4/9	45	RTCC
	B13; B15; B16; B19; B22; B32; B34; B36; B38; B43; B44	11/15	74	L6; L11; L20; L28	4/9	45	ICC
	B10; B15; B32; B36; B43	5/15	34	L6; L11; L19; L28	4/9	44	EFC
	B7; B10; B15; B16; B32; B35; B44	7/15	47	L6; L19; L31	3/9	34	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	B7; B13; B16; B19; B34; B35; B38;	7/15	47	L3; L16; L20; L31	4/9	44	RTCC
	B7; B10	2/15	13	L3; L19;	2/9	22	ICC
	B19; B22; B34; B35; B44	5/15	33	L3; L16; L18; L20; L31	5/9	56	EFC
	B13; B14; B22; B34; B36; B38; B43	7/15	47	L3; L11; L20; L28	4/9	44	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)	B14	1/15	6	L18	1/9	11	RTCC
	B14; B35	2/15	13	L16; L18; L31	3/9	33	ICC
	B7; B13; B14; B16; B38	5/15	33		0/9	0	EFC
	B19	1/15	6	L16; L18	2/9	22	UPC

Como se puede apreciar en la *Tabla C.3.2.3.2*, en la primera columna se indican los niveles anteriormente aclarados: máximo, medio y bajo. En la segunda se recogen los alumnos de Bioquímica, en la tercera los alumnos

de Biotecnología y en la cuarta se señalan el *rendimiento total* (RTCC) y las tres *sub-competencias* (ICC, EFC, y UPC). La segunda columna se subdivide en tres columnas: una con la identificación del alumno (Bn); la siguiente columna con la cantidad o número (Nº) de los alumnos de Bioquímica que se encuentran en el mismo nivel para la misma competencia, y la última con el porcentaje que ese número de alumnos representa del total de la muestra de Bioquímica. La tercera columna se subdivide en tres columnas: una con la identificación del alumno (Ln); la siguiente con la cantidad o número (Nº) de los alumnos de Biotecnología que se encuentran en el mismo nivel para la misma competencia, y la última con el porcentaje que ese número de alumnos representa del total de la muestra de Biotecnología.

Como se ejemplificó, el alumno 7 de Bioquímica (B7), se encuentra en el nivel medio para RTCC. En la misma celda hay 6 alumnos más, por lo tanto en la columna de "Nº" hay 7 alumnos de los 15 totales expresados de la siguiente manera: 7/15. Estos 7 alumnos representan el 47% de Bioquímica que se encuentran en el nivel medio para RTCC. Por lo tanto, como puede apreciarse en la *Tabla C.3.2.3.2*, para RTCC en Bioquímica, existe 47% de alumnos en el máximo nivel, 47% en el nivel medio y 6% en nivel bajo. La suma de los porcentajes para RTCC a Fin 2011 es 100%.

Se realiza el análisis de la *Tabla C.3.2.3.2* para ambas carreras. En la misma se exhiben los resultados obtenidos para el *rendimiento total* y para cada una de las *sub-competencias* evaluadas, expresados en porcentaje de alumnos que alcanzaron los distintos niveles de desempeño, en que se categorizó cada una de las mismas.

- *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*

Como se puede observar en la *Tabla C.3.2.3.2*, un 47% de los alumnos de Bioquímica y un 45% de los alumnos de Biotecnología están en el máximo nivel. En el nivel medio se hallan el 47% y 44% respectivamente y en el nivel bajo: un 6% para Bioquímica y un 11% para Biotecnología.

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*

El 29 por ciento de los ítems de evaluación de la *competencia científica* del cuestionario Fin 2011 se relaciona con esta competencia. Bioquímica tiene un 74% de los alumnos en el nivel más alto y 13% en sendos niveles medio y bajo. Biotecnología tiene 45%, 22% y 33% para los niveles alto, medio y bajo, respectivamente.

- *Explicar fenómenos científicos, EFC*

El 42 por ciento de de las tareas de evaluación de la *competencia científica* del cuestionario Fin 2011 se relaciona con esta competencia. Bioquímica tiene porcentajes similares en los tres niveles (34%, 33% y 33%). Biotecnología posee, un 44% y 56% de los alumnos en el nivel alto y medio respectivamente. En el nivel bajo, esta carrera presenta el porcentaje nulo.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC*

Esta competencia representa el 29 por ciento de la *competencia científica* del cuestionario Fin 2011. Bioquímica obtiene un 47% de los alumnos tanto en el nivel alto como en el medio y un 6% por debajo del

nivel básico fijado. Biotecnología presenta un 34% en el nivel alto, un 44% en el nivel medio y un 22% en el nivel bajo.

- Niveles de rendimiento Fin 2012.

La *Tabla C.3.2.3.3* comprende los niveles de rendimiento para las dos carreras, tanto en el total como en las tres *sub-competencias científicas* estudiadas.

*Tabla C.3.2.3.3. Niveles de rendimiento en competencia científica.
Número y porcentaje de alumnos. Fin 2012.*

Categoría de calificación	Bioquímica (B) n=15			Biotecnología (L) n=9			Competencia
	Alumno	Nº	%	Alumno	Nº	%	
Alcanza los objetivos en su máximo nivel (% puntuación alcanzada 100 a 70)	B10; B14; B15; B22; B32; B34; B35; B36; B43; B44	10/15	67	L3; L6; L20; L19	4/9	44	RTCC
	B10; B14; B15; B16; B22; B32; B34; B35; B36; B43; B44	11/15	73	L3; L6; L11; L16; L18; L19; L20; L28; L31	9/9	100	ICC
	B10; B15; B22; B32; B34; B35; B36; B43	8/15	54	L3; L6; L19	3/9	34	EFC
	B10; B14; B15; B16; B22; B32; B43; B44	8/15	54	L3; L6; L19	3/9	33	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	B7; B13; B16; B19; B38;	5/15	33	L11; L16; L18; L28; L31	5/9	56	RTCC
	B7; B13; B19; B38	4/15	27		0/9	0	ICC
	B14; B44	2/15	13	L31; L20; L28	3/9	33	EFC
	B7; B13; B19; B34; B35; B36; B38	7/15	46	L11; L16; L18; L20; L28; L31	6/9	67	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)		0/15	0		0/9	0	RTCC
		0/15	0		0/9	0	ICC
	B7; B13; B16; B19; B38	5/15	33	L11; L16; L18	3/9	33	EFC
		0/15	0		0/9	0	UPC

Para la interpretación de la *Tabla C.3.2.3.3. Niveles de rendimiento en competencia científica. Número y porcentaje de alumnos. Fin 2012*, se ejemplifica mediante el alumno 7 de Bioquímica (B7). Los porcentajes obtenidos en cada *sub-competencia* y en el *rendimiento total* para este alumno figuran en las columnas denominadas F12 (Fin 2012) en *Tabla C.3.2.2.1*. La transformación a niveles para esa instancia se obtiene de la siguiente manera:

- En *ICC* este alumno alcanza un 63%. De acuerdo a lo recientemente expuesto, su nivel en esta *sub-competencia* es medio.
- En *EFC* este alumno obtiene un 38%, por lo tanto su rendimiento en esta *sub-competencia* también corresponde al nivel bajo.
- En *UPC* logra un porcentaje igual a 63%, es decir, para esta *sub-competencia* se ubica en nivel medio.
- En *RTCC* resulta un 54% con lo cual para el *rendimiento total* pertenece al nivel medio.

Como se puede apreciar en la *Tabla C.3.2.3.3*, en la primera columna se indican los niveles anteriormente aclarados: máximo, medio y bajo. En la segunda se recogen los alumnos de Bioquímica, en la tercera los alumnos de Biotecnología y en la cuarta se señalan el *rendimiento total* (*RTCC*) y las tres *sub-competencias* (*ICC*, *EFC*, y *UPC*).

La segunda columna se subdivide en tres columnas: una con la identificación del alumno (*Bn*); la siguiente columna con la cantidad o número (*Nº*) de los alumnos de Bioquímica que se encuentran en el mismo nivel para la misma competencia, y la última con el porcentaje que ese número de alumnos representa del total de la muestra de Bioquímica.

La tercera columna se subdivide en tres columnas: una con la identificación del alumno (*Ln*); la siguiente columna con la cantidad o número (*Nº*) de los alumnos de Biotecnología que se encuentran en el mismo nivel para la misma competencia, y la última con el porcentaje que ese número de alumnos representa del total de la muestra de Biotecnología.

Por ejemplo: como se mencionó, el alumno 7 de Bioquímica (B7), se encuentra en el nivel medio para *RTCC*. En la misma celda hay 4 alumnos más, por lo tanto en la columna de "*Nº*" hay 5 alumnos de los 15 totales expresados de la siguiente manera: 5/15. Estos 5 alumnos representan el 33% de Bioquímica que se encuentran en el nivel medio para *RTCC*. Por lo tanto, como puede apreciarse en la *Tabla C.3.2.3.3*, para *RTCC* en Bioquímica, existe 67% de alumnos en el máximo nivel, 33% en el nivel medio y 0% en nivel bajo. La suma de los porcentajes para el *rendimiento total* en Fin 2012 es igual al 100%.

En el cuestionario de evaluación de la *competencia científica* Fin 2012, con los 12 ítems totales, cada una de las tres *sub-competencias* se relaciona por igual (aproximadamente 33,33% cada una).

Se realiza el análisis de la *Tabla C.3.2.3.3* para ambas carreras. En la misma se exhiben los resultados obtenidos para el *rendimiento total* y para cada una de las *sub-competencias* evaluadas, expresados en porcentaje de alumnos que alcanzaron los distintos niveles de desempeño, en que se categorizó cada una de las mismas.

- Rendimiento total en la competencia científica, RTCC

Como se puede observar en la *Tabla C.3.2.3.3*, un 67% de los alumnos de Bioquímica se encuentran en el nivel máximo; un 33% en el medio y 0% en el bajo. En Biotecnología se halla un 44% en el nivel máximo, un 56% en el medio y 0% por debajo del nivel básico fijado.

- Identificar cuestiones científicas, ICC

Bioquímica tiene un 73% de los alumnos en el nivel máximo, 27% en el nivel medio y 0% por debajo del nivel básico fijado. Biotecnología tiene 100% en el nivel más alto.

- Explicar fenómenos científicos, EFC

Bioquímica presenta un 54%, 13% y 33% en los niveles alto, medio y bajo, respectivamente. Biotecnología posee porcentajes semejantes en los tres niveles (34%, 33% y 33%).

- Utilizar pruebas científicas, UPC

Bioquímica obtiene un 54% de los alumnos en el nivel alto, un 46% en el nivel medio y porcentaje nulo en el nivel bajo. Biotecnología presenta un 33% de los alumnos en el nivel alto, un 67% en el nivel medio y porcentaje nulo en el nivel bajo.

Para resumir, se recuerda que las *Tablas C.3.1.2.1, C.3.2.3.1, C.3.2.3.2 y C.3.2.3.3* comprenden los niveles, el número y porcentaje de los alumnos de Bioquímica y de Biotecnología en el *rendimiento total* y en las tres *sub-competencias científicas* estudiadas, obtenidos de los resultados de los cuestionarios de Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012, respectivamente. Ha sido necesario realizar esta serie de tablas anteriores para posteriormente poder elaborar una síntesis de todas ellas que se oriente hacia el estudio longitudinal. De cada una de las tablas citadas se recogieron los datos de las columnas que contienen los porcentajes de alumnos, de cada carrera, nivel, *sub-competencia* y *rendimiento total*. A partir de dichos datos, se elaboró la *Tabla C.3.2.3.4* en la que se resumen los porcentajes de *RTCC, ICC, EFC y UPC* de Bioquímica y Biotecnología a lo largo de los períodos investigados.

Como se puede apreciar en la *Tabla C.3.2.3.4*, que aparece seguidamente, en la primera columna se indican los niveles anteriormente aclarados: máximo, medio y bajo. En la segunda se recogen los porcentajes de los alumnos de Bioquímica, en la tercera los porcentajes de los alumnos de Biotecnología y en la cuarta se señalan el *rendimiento total (RTCC)* y las tres *sub-competencias (ICC, EFC, y UPC)*.

La segunda columna (% Alumnos Bioquímica) se subdivide en cuatro columnas: una con los porcentajes obtenidos del cuestionario de Inicio 2010 (I10), otra con los porcentajes obtenidos del cuestionario de Fin 2010 (F10) y las dos siguientes con los porcentajes obtenidos de los cuestionarios de Fin 2011 (F11) y Fin 2012 (F12), respectivamente.

La tercera columna recoge los alumnos de Biotecnología con idéntica organización que la columna de Bioquímica.

Referencias: Comp. = competencia; I10 = Inicio 2010; F10 = Fin 2010; F11 = Fin 2011; F12 = Fin 2012.

Tabla C.3.2.3.4. Resumen de porcentajes en los distintos niveles de rendimiento en la competencia científica.

Categoría de calificación	% Alumnos Bioquímica				% Alumnos Biotecnología				Comp.
	I10	F10	F11	F12	I10	F10	F11	F12	
Máximo nivel (% puntuación alcanzada 100 a 70)	7	0	47	67	0	11	45	44	RTCC
	27	33	74	73	12	34	45	100	ICC
	7	0	34	54	0	0	44	34	EFC
	80	0	47	54	56	12	34	33	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	40	20	47	33	22	33	44	56	RTCC
	46	27	13	27	44	33	22	0	ICC
	27	40	33	13	11	44	56	33	EFC
	13	27	47	46	22	44	44	67	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)	53	80	6	0	78	56	11	0	RTCC
	27	40	13	0	44	33	33	0	ICC
	66	60	33	33	89	56	0	33	EFC
	7	73	6	0	22	44	22	0	UPC

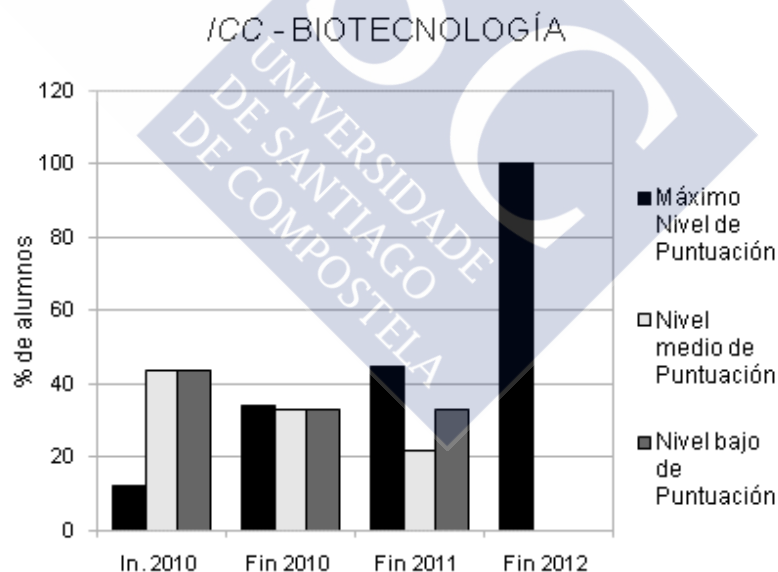
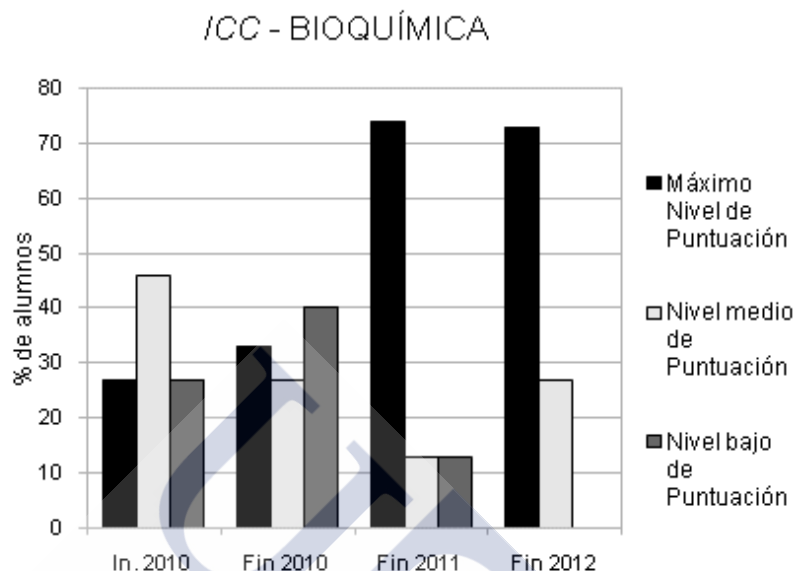
Pese a las variaciones a lo largo de los años, para Fin 2012 en ambas carreras y en forma general, en los niveles se puede apreciar:

- Los porcentajes en el nivel bajo disminuyen en todas las *sub-competencias* y en el *rendimiento total*.
- En el nivel medio algunos valores disminuyen y otros aumentan.
- Los valores en el máximo nivel aumentan excepto en *UPC*.

Para visualizar los datos y facilitar el análisis longitudinal, se realizó el seguimiento de los resultados durante los tres años de investigación y se analizaron los alcances y variaciones de los niveles de la *competencia científica* (*ICC*, *EFC*, *UPC* y *RTCC*), mediante los Gráficos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

- En el *Gráfico 1* se representa ICC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera.

Gráfico 1: ICC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera.



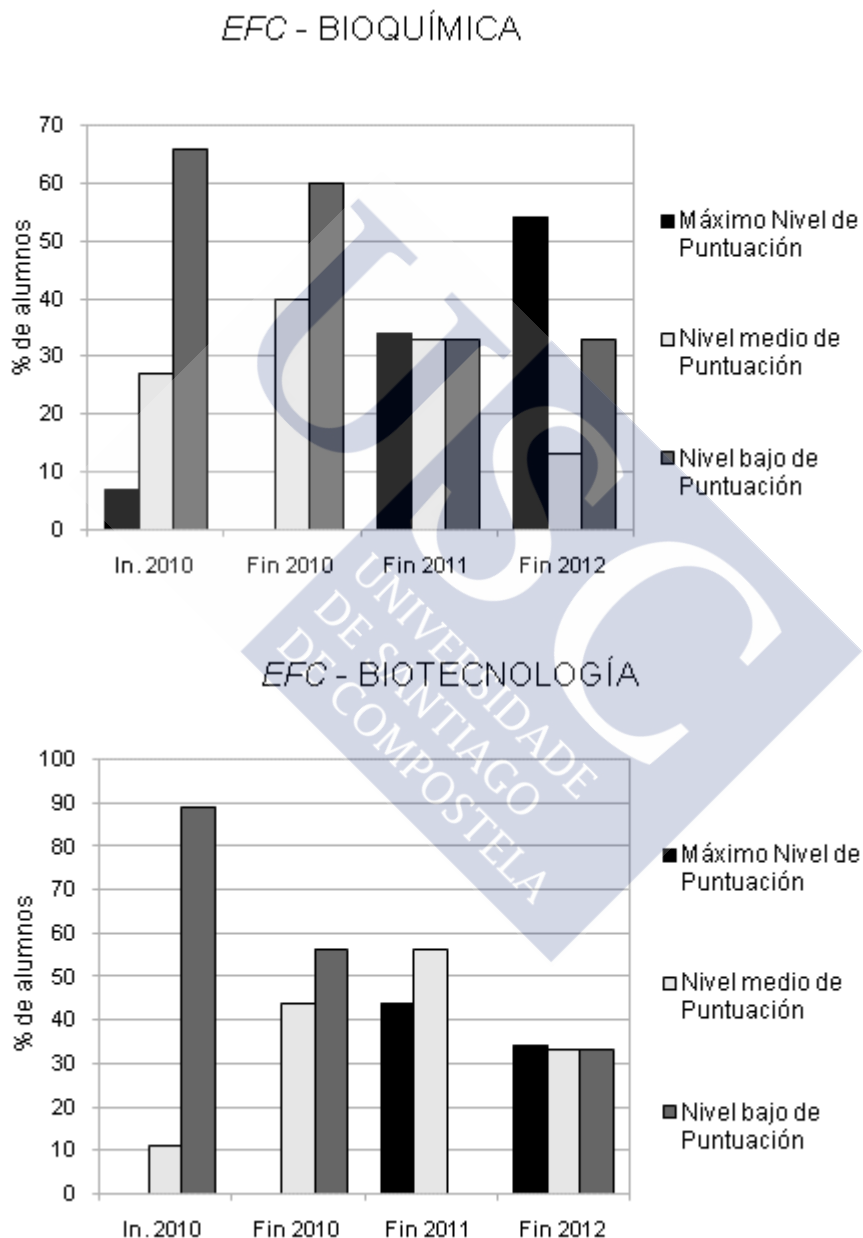
Se puede observar cierta tendencia en el tiempo, a saber, un aumento en el porcentaje de alumnos en el máximo nivel y una clara disminución de los mismos en los niveles de puntuación medio y bajo para ambas carreras.

En el caso de Bioquímica se pueden destacar dos aspectos, el primero de ellos es que se observa que a Fin 2012 un 27% de los alumnos permanece con un nivel medio de puntuación, el otro es que a Fin 2010 se produjo un aumento del porcentaje de alumnos con nivel bajo de puntuación (de 27% a Inicio 2010 a 40% a Fin 2010). Este aumento se debió principalmente a alumnos de nivel medio y un pequeño porcentaje de

alumnos de nivel máximo. Para Biotecnología el 100% de los alumnos obtiene el máximo nivel a Fin 2012.

- En el *Gráfico 2* se representa *EFC* en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera. En dicho gráfico se observa que a Inicio 2010 un alto porcentaje de los alumnos se encuentra en el bajo nivel de puntuación (66% en Bioquímica y 56% en Biotecnología).

Gráfico 2: EFC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera.

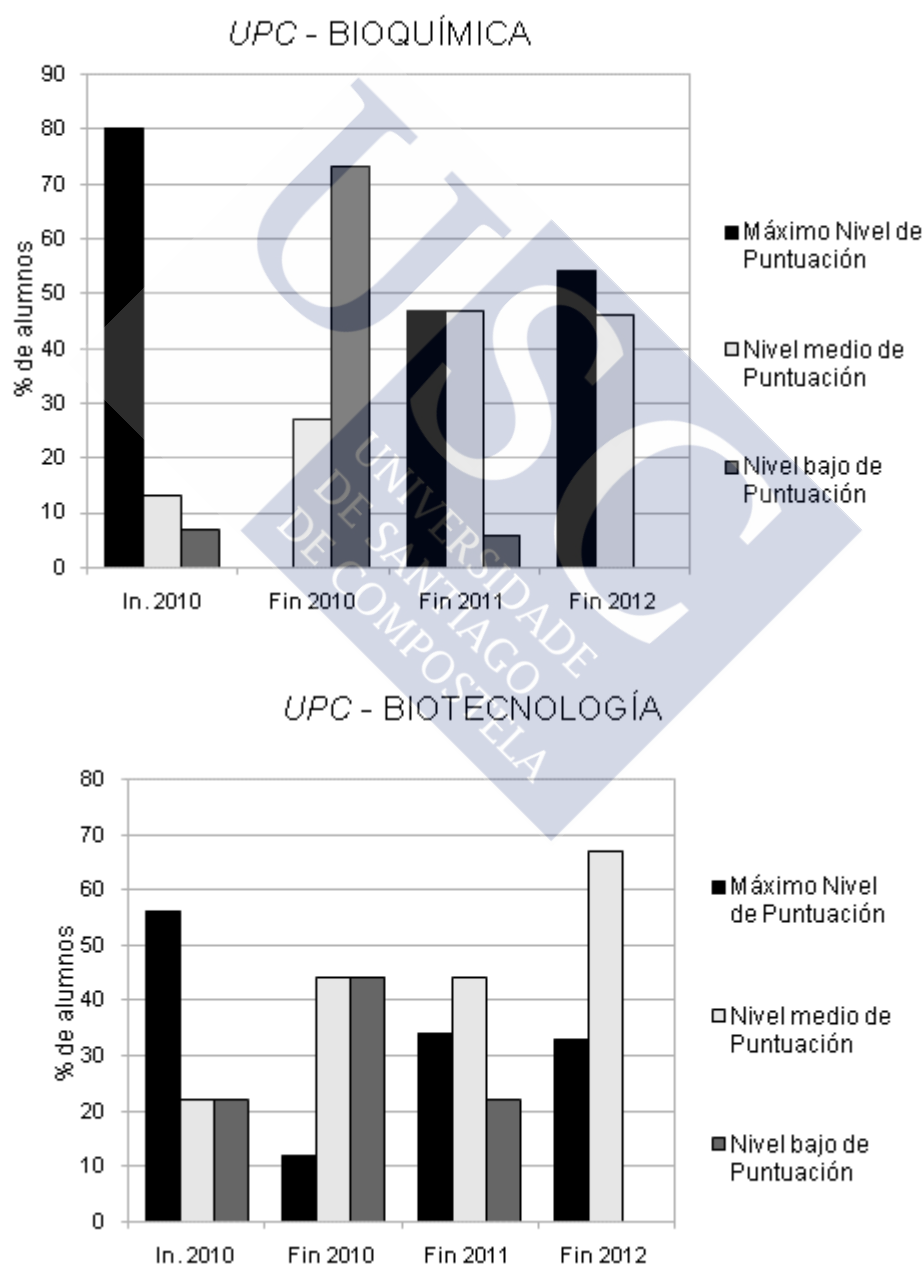


Para Bioquímica, a Inicio 2010, solo un pequeño porcentaje (7%) se encuentra en el máximo nivel, que luego desaparece a fin del mismo año pasando estos alumnos a nivel medio principalmente. A Fin 2012 más del 54% de los alumnos presenta el máximo nivel de puntuación. El incremento del porcentaje de alumnos en este nivel es debido a los alumnos de nivel

medio de Fin 2011, mientras que el porcentaje de alumnos de nivel bajo permanece constante en 33%. Para Biotecnología se observa un comportamiento similar con la diferencia de que a Fin 2011 no hay alumnos en nivel bajo de puntuación, observándose un importante aumento (33%) para Fin 2012.

- En el *Gráfico 3* se representa *UPC* en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera. Las dos carreras presentan altos porcentajes de alumnos en el máximo nivel de puntuación (mayor en Bioquímica) a Inicio 2010. Estos altos porcentajes decaen abruptamente de 80% a 0% para Bioquímica y de 56% a 12% para Biotecnología a Fin 2010. Estos altos porcentajes decaen abruptamente de 80% a 0% para Bioquímica y de 56% a 12% para Biotecnología a Fin 2010.

Gráfico 3: UPC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera.



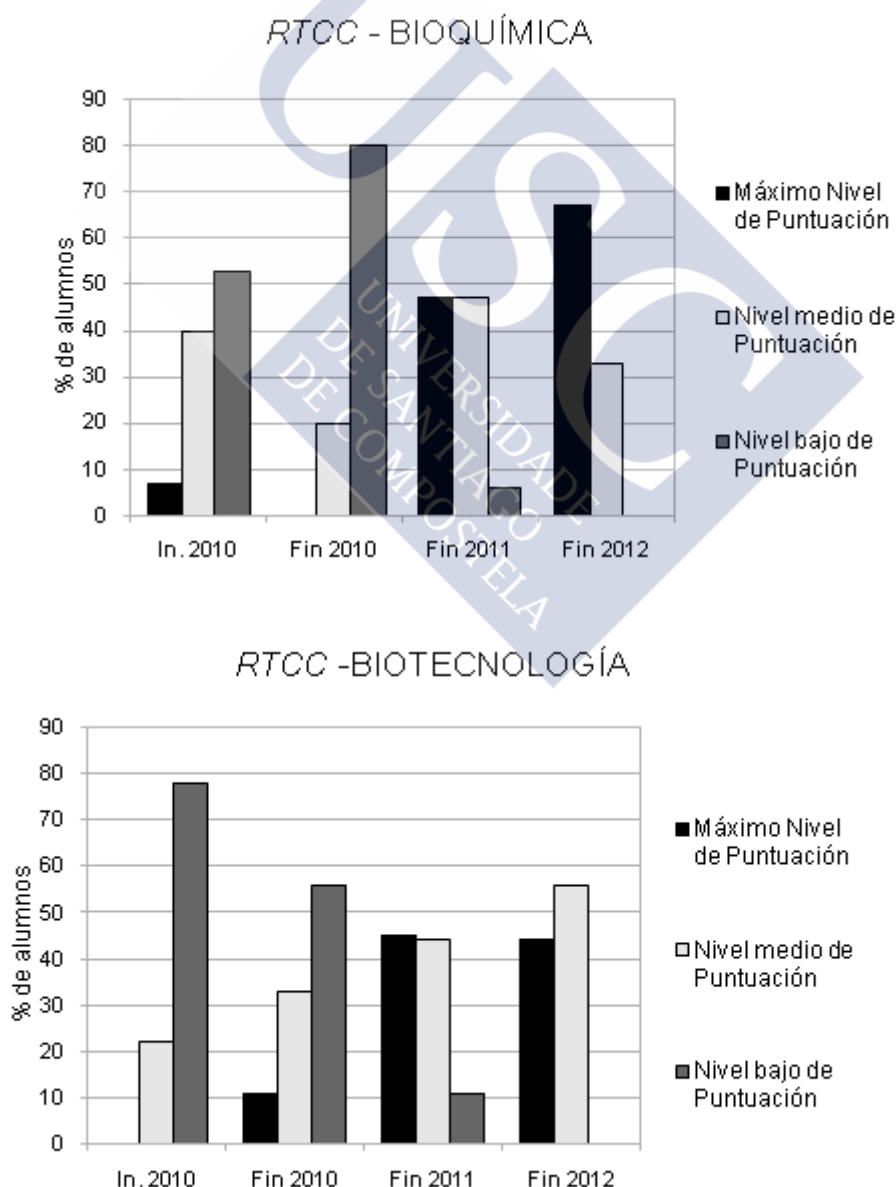
- En el Gráfico 4 se observa *RTCC* para ambas carreras.

A Inicio 2010 un alto porcentaje de los alumnos se encuentran en el bajo nivel de puntuación, 53% en Bioquímica y 78% en Biotecnología.

Para esta instancia, en Bioquímica solo un pequeño porcentaje se halla en el máximo nivel (7%), que luego desaparece (0%) a Fin 2010 pasando estos alumnos, principalmente, al nivel bajo. A Fin 2011 disminuye abruptamente el porcentaje del nivel bajo (6%) y se elevan los del máximo (47%) y medio (47%). Luego, a Fin 2012 hubo 0% en el nivel bajo, 33% en el nivel medio y 67% de los alumnos presenta el máximo nivel de puntuación.

Para Biotecnología se observa una neta tendencia en el aumento de los porcentajes en los niveles máximo y medio y en la disminución en el nivel bajo.

Gráfico 4: RTCC en función del tiempo para cada nivel de puntuación y carrera.



C.3.2.4 CONCLUSIÓN DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 2.

Una vez analizados los resultados obtenidos con los cuatro instrumentos de recolección de datos, se percibió que la *competencia científica*, de los estudiantes de Bioquímica y Biotecnología, se desarrolla a lo largo del Ciclo Básico.

A la vista de lo expuesto, se verifica la HI2 tal como fue formulada:

El avance en las carreras universitarias, favorece la adquisición y desarrollo de la competencia científica.

C.3.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 3: RESULTADOS COMPARATIVOS, ENTRE BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA, DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA, DURANTE TRES PERÍODOS LECTIVOS.

En el apartado C.1.4.3 se formuló la HI3:

El desarrollo de la competencia científica no difiere sustancialmente entre las dos orientaciones universitarias.

Se analizaron los resultados obtenidos en las evaluaciones de cada etapa. Los mismos son complementarios a los de las HI1 y HI2, pero se diferencian en que los datos se comparan cualitativamente entre Bioquímica y Biotecnología.

Se realizó un análisis organizado en dos apartados:

C.3.3.1. Análisis comparativo entre la *competencia científica* inicial de los alumnos ingresantes a las carreras de Bioquímica y Biotecnología.

C.3.3.2. Análisis comparativo entre el desarrollo de la *competencia científica* de los alumnos en el Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica y Biotecnología.

Luego en el apartado C.3.3.3 se elaboró la conclusión de la hipótesis de investigación 3.

C.3.3.1. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INICIAL DE LOS ALUMNOS INGRESANTES A LAS CARRERAS DE BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA.

De acuerdo con lo analizado en el apartado C.3.1 se puede realizar el siguiente análisis comparativo:

En RTCC, ICC, EFC y UPC los valores (Ver Tabla C.3.1.2.1. Niveles de rendimiento en competencia científica. Número y porcentaje de alumnos. Inicio 2010) posicionan inicialmente mejor a los ingresantes de Bioquímica que de Biotecnología.

C.3.3.2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA DE LOS ALUMNOS EN EL CICLO BÁSICO DE LAS CARRERAS DE BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA.

De acuerdo con lo que se desprende de la *Tabla C.3.2.3.4* y de los *Gráficos 1, 2, 3 y 4*, se puede realizar el siguiente análisis comparativo en el desarrollo de la *competencia científica* de los alumnos, entre Bioquímica y Biotecnología:

- Identificar cuestiones científicas, ICC

De acuerdo al análisis del *Gráfico 1*, a Inicio 2010, el mayor porcentaje de los alumnos se halla en el nivel medio, en Bioquímica, y en los niveles medio y bajo, en Biotecnología.

Si se comparan los valores de Fin 2012 respecto a Inicio 2010, en ambas carreras, el porcentaje de alumnos se incrementa en el nivel máximo y se anula en el nivel bajo. En el nivel medio el porcentaje de estudiantes disminuye en Bioquímica y se anula en Biotecnología.

En Biotecnología la mejora es más significativa que en Bioquímica. Esta afirmación se sustenta porque, a Fin 2012, el 100% de los alumnos se ubica en el máximo nivel.

- Explicar fenómenos científicos, EFC

De acuerdo con el análisis del *Gráfico 2*, en ambas orientaciones, a Inicio 2010 un alto porcentaje de los alumnos se halla en el nivel bajo de puntuación.

Si se comparan los valores de Fin 2012 respecto a Inicio 2010, en ambas carreras, el porcentaje de alumnos se incrementa en el nivel máximo y disminuye en el nivel bajo. En el nivel medio el porcentaje de estudiantes disminuye en Bioquímica y aumenta en Biotecnología.

Si se comparan ambas carreras, en Bioquímica se comienza con mejores resultados y mejora con la instrucción en mayor medida que en Biotecnología.

- Utilizar pruebas científicas, UPC

De acuerdo con el análisis del *Gráfico 3*, en ambas orientaciones, a Inicio 2010 un alto porcentaje de los alumnos se halla en el nivel alto de puntuación.

Si se comparan los valores de Fin 2012 respecto a Inicio 2010, en ambas carreras, el porcentaje de alumnos disminuye en el nivel máximo, aumenta en el nivel medio y se anula en el nivel bajo.

Comparativamente, en las dos modalidades no se mejora con la instrucción, menos aún en Bioquímica.

- Rendimiento total en la competencia científica, RTCC

De acuerdo con el análisis del *Gráfico 4*, en ambas orientaciones, a Inicio 2010 un alto porcentaje de los alumnos se halla en el nivel bajo de puntuación.

Si se comparan los valores de Fin 2012 respecto a Inicio 2010, en ambas carreras, el porcentaje de alumnos se incrementa en el nivel máximo

y se anula en el nivel bajo. En el nivel medio el porcentaje de estudiantes disminuye en Bioquímica y aumenta en Biotecnología.

Si se compara ambas orientaciones, Bioquímica alcanza los mejores resultados.

C.3.3.3. CONCLUSIÓN DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 3.

Una vez comparados los resultados obtenidos en el estudio longitudinal, se percibió que la *competencia científica*, en ambas orientaciones universitarias, no se desarrolla de idéntica manera a lo largo del Ciclo Básico.

A la vista de lo expuesto, no se verifica la HI3 tal como fue formulada:

El desarrollo de la competencia científica no difiere sustancialmente entre las dos orientaciones universitarias.

C.3.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 4: RESULTADOS COMPARATIVOS DE LAS SUB- COMPETENCIAS CIENTÍFICAS DE LA MUESTRA DURANTE TRES PERÍODOS LECTIVOS.

En el apartado C.1.4.4 se formuló la HI4:

Después de las etapas objeto de investigación, los estudiantes han progresado por igual en las tres sub-competencias científicas, respecto de las iniciales, no siendo prioritaria ninguna de ellas.

Se compararon cualitativamente los resultados de las *sub-competencias científicas* en cada etapa del estudio.

Se realizó un análisis organizado en un apartado:

C.3.4.1. Análisis comparativo entre las *sub-competencias científicas* de los alumnos en el Ciclo Básico de las carreras de Bioquímica y Biotecnología.

Luego en el apartado C.3.4.2 se elaboró la conclusión de la hipótesis de investigación 4.

C.3.4.1. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS SUB- COMPETENCIAS CIENTÍFICAS DE LOS ALUMNOS EN EL CICLO BÁSICO DE LAS CARRERAS DE BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA.

De acuerdo con lo que se desprende de la *Tabla C.3.2.3.4* y de los *Gráficos 1, 2, 3 y 4*, se puede realizar el siguiente análisis comparativo entre las *sub-competencias científicas* de los alumnos:

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*

En ambas carreras, *Identificar cuestiones científicas* es la *sub-competencia* que muestra mayor incremento, en el nivel máximo. Se destaca una importante disminución en los niveles medio y bajo.

Cabe mencionar dos excepciones en Bioquímica: el nivel bajo aumenta en el período entre Inicio y Fin 2010; y el nivel medio se incrementa entre Fin 2011 y Fin 2012.

- Explicar fenómenos científicos, EFC

En las dos carreras, a Fin 2012, se advierten aumentos en el nivel máximo respecto de los porcentajes iniciales.

Las fluctuaciones en los distintos niveles a lo largo del tiempo se resumen del siguiente modo:

En Bioquímica, en el máximo nivel, el porcentaje de alumnos que existe a Inicio 2010 desaparece a Fin 2010; luego con la instrucción los valores aumentan. En el nivel medio el porcentaje aumenta de Inicio 2010 a Fin 2010 y luego disminuye. En el nivel bajo los valores disminuyen hasta Fin 2011 y luego se mantienen igual a Fin 2012.

En Biotecnología, inicialmente no existen alumnos en el nivel máximo, tampoco a Fin 2010. El porcentaje que aparece en este nivel a Fin 2011 disminuyó casi un 10% a Fin 2012. En el nivel medio los valores aumentan hasta Fin 2011, y disminuyen entre Fin 2011 y Fin 2012. En el nivel bajo ocurre lo inverso, los porcentajes disminuyen hasta 0% a Fin 2011. Luego, en el período entre Fin 2011 y Fin 2012, se advierte un aumento de 0% a 32% en el nivel bajo.

- Utilizar pruebas científicas, UPC

En el nivel máximo, si se comparan los porcentajes de Fin 2012 respecto a Inicio 2010, se detecta una disminución de los valores en las dos carreras. En Bioquímica, se observa a Inicio 2010 un alto porcentaje de alumnos (80%) que luego cae a cero a Fin 2010, seguidamente experimenta un incremento a Fin 2011 (47%) y alcanza a Fin 2012 un valor muy por debajo del inicial (54%). En Biotecnología, en este nivel se observa que la disminución con respecto al valor inicial es menos acentuada (de 56% a Inicio 2010, 12% a Fin 2010, 34% a Fin 2011 y a 33% a Fin 2012).

En el nivel medio, los porcentajes aumentan tanto para Bioquímica como para Biotecnología.

En el nivel bajo, y para ambas carreras, se observa un incremento de los porcentajes de Inicio 2010 a Fin 2010. Luego, con el tiempo, los valores disminuyen y a Fin 2012 no existen alumnos en este nivel.

C.3.4.2. CONCLUSIÓN DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 4.

Una vez comparados los resultados obtenidos en el estudio longitudinal, se percibió que las tres *sub-competencias científicas*, en ambas orientaciones universitarias, no se desarrollan por igual a lo largo del Ciclo Básico. A la vista de lo expuesto, no se verifica la HI4 tal como fue formulada:

Después de las etapas objeto de investigación, los estudiantes han progresado por igual en las tres sub-competencias, respecto de las iniciales, no siendo prioritaria ninguna de ellas.

C.3.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 5: RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA. RESULTADOS DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA Y SU RELACIÓN CON EL CONTEXTO.

En el apartado C.1.4.5 se formuló la HI5:

No existen relaciones entre las variables socioculturales investigadas y el rendimiento en la competencia científica.

Se indagó si existen algunas características del contexto sociocultural de los estudiantes que pudieran influenciar el rendimiento en la *competencia científica*.

Se compararon cualitativamente los resultados de la *competencia científica* con los datos obtenidos del cuestionario de contexto.

Se realizó el análisis organizado en dos apartados:

C.3.5.1. Análisis de las características socioculturales de los estudiantes que integraron la muestra.

C.3.5.2. Análisis comparativo entre el desarrollo de la *competencia científica* de los alumnos y sus características socioculturales.

Luego en el apartado C.3.5.3 se elaboró la conclusión de la hipótesis de investigación 5.

C.3.5.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIOCULTURALES DE LOS ESTUDIANTES QUE INTEGRARON LA MUESTRA.

A Inicio 2010, se elaboró un cuestionario, llamado de contexto, mediante el que se recabó información acerca de los siguientes indicadores: la edad, el género (a través del nombre), la procedencia, el establecimiento educativo del que proviene cada estudiante (carácter público o privado y modalidad con la que finalizó los estudios secundarios), y el perfil educativo y ocupación de los padres. Estas variables permitieron caracterizar la cohorte en estudio.

Se tuvo especial cuidado en encriptar el nombre del alumno por razones éticas, no obstante debía conservárselos ya que era necesario poder identificarlos para el análisis posterior. En consecuencia, para respetar el anonimato, se identificó a cada uno de ellos con una letra "B" (Bioquímica) ó "L" (Biotecnología) seguidas por un número.

Se exploraron ciertos antecedentes y circunstancias sociales y culturales de los alumnos que participaron de este estudio. Los datos se recogen en el *Anexo 7. Datos obtenidos del análisis. Características de contexto*.

Según los datos del *Anexo 7* y a los efectos de presentar la información sobre el contexto socio-económico y cultural de los estudiantes de la muestra y, en particular, de variables que puedan incidir en el desarrollo de la *competencia científica*, a continuación se procede al análisis y discusión de los siguientes aspectos:

- Factores personales

Procedencia

En la *Tabla C.3.5.1.1*, se recoge el número de alumnos según la distancia desde la que se desplaza para asistir a clase a la Universidad. Se ha considerado la distancia de 30 kilómetros como límite para diferenciar dos categorías: cercana y lejana.

Tabla C.3.5.1.1. Distribución del alumnado según la procedencia con respecto a la zona de la Universidad Nacional del Litoral.

Carrera	Procedencia	
	Cercana	Lejana
	Nº estudiantes	Nº estudiantes
Bioquímica (B) n=15	2	13
Biotecnología (L) n=9	2	7

Según la *Tabla C.3.5.1.1*, se observa que en ambas orientaciones universitarias la mayoría de los alumnos proviene de lugares alejados con respecto a la zona de la Universidad (13/15 en Bioquímica y 7/9 en Biotecnología). En el conjunto de las dos carreras veinte de veinticuatro (20 de 24) estudiantes presentan una procedencia lejana que principalmente es del interior de las provincias de Santa Fe y de Entre Ríos.

Edad

En la *Tabla C.3.5.1.2*, se recoge el número de alumnos según las diferentes edades.

Tabla C.3.5.1.2. Edades del alumnado.

Carrera	Edad (años)			
	17	18	19	20
	Nº estudiantes	Nº estudiantes	Nº estudiantes	Nº estudiantes
Bioquímica (B) n=15	3	8	3	1
Biotechnología (L) n=9	1	7	1	-

Como se puede observar en la *Tabla C.3.5.1.2*, la mayoría de los estudiantes ingresantes en las dos carreras (8/15 en Bioquímica y 7/9 en Biotecnología) tiene 18 años.

Género

Otra de las variables personales exploradas fue el género de los estudiantes. En la *Tabla C.3.5.1.3*, se recoge el número de estudiantes por género: femenino (F) y masculino (M).

Tabla C.3.5.1.3. Distribución del alumnado según el género.

	Género	
	F	M
Carrera	Nº estudiantes	Nº estudiantes
Bioquímica (B) n=15	15	0
Biotechnología (L) n=9	8	1

En ambas carreras, el género femenino es mayoritario (15/15 en Bioquímica y 8/9 en Biotechnología). Estos resultados, en los que prevalece la cantidad de estudiantes del género femenino, coinciden con un informe técnico de las características sociales, económicas y culturales de los ingresantes, realizado en la Universidad Nacional del Litoral (Departamento de Matemática, FBCB - UNL, 2010).

- Factores institucionales

Carácter y Modalidad del centro de estudios secundarios de procedencia.

El número de estudiantes según el carácter del centro de estudios secundarios de procedencia se presenta en la *Tabla C.3.5.1.4.*

Tabla C.3.5.1.4. Distribución del alumnado según el carácter del centro de estudios secundarios de procedencia.

	Carácter del centro de estudios secundarios de procedencia	
	Público	Privado
Carrera	Nº estudiantes	Nº estudiantes
Bioquímica (B) n=15	8	7
Biotechnología (L) n=9	4	5

Según los datos de la *Tabla C.3.5.1.4*, en la muestra de Bioquímica hay ligeramente más alumnos provenientes de escuelas públicas mientras que en Biotechnología el número que ha asistido a escuelas privadas es levemente mayor.

Según un informe técnico realizado en la Universidad Nacional del Litoral (Departamento de Matemática, FBCB - UNL, 2010), en ambas carreras, surge que la proporción de alumnos provenientes de escuelas públicas es significativamente mayor que los procedentes de escuelas privadas.

En la Argentina existen cinco modalidades para la escuela secundaria superior o polimodal: Ciencias Naturales (CN), Ciencias Sociales (CS), Economía y Gestión (EG), Producción de bienes y servicios (PBS) y Comunicación, Arte y Diseño (CAD). El número de alumnos, según la modalidad de estudios secundarios realizado se puede observar en la *Tabla C.3.5.1.5.*

Tabla C.3.5.1.5. Distribución del alumnado según la modalidad de estudios secundarios.

Carrera	Modalidad de estudios secundarios			
	CN	CS	EG	PBS
	Nº estudiantes	Nº estudiantes	Nº estudiantes	Nº estudiantes
Bioquímica (B) n=15	9	1	3	2
Biotechnología (L) n=9	2	1	3	3

Luego de analizar los datos totales presentados en la *Tabla C.3.5.1.5*, se detecta que, en Bioquímica, la mayoría de los alumnos (9/15) proviene de la modalidad en Ciencias Naturales. Seguidamente, prevalecen Economía y Gestión (contables), Producción de bienes y servicios (técnicos) y por último Ciencias Sociales (humanidades). En Biotechnología los números muestran una paridad entre PBS (3/9) y EG (3/9), y luego le siguen CN y CS.

En ninguna carrera se observaron alumnos provenientes de la modalidad Comunicación, Arte y Diseño (CAD).

- Factores del entorno familiar

Educación de los padres.

De acuerdo con las respuestas de los alumnos sobre el nivel de estudios de las madres (M) y de los padres (P) se recogen los datos en la *Tabla C.3.5.1.6*.

Tabla C.3.5.1.6. Distribución del alumnado según el nivel de estudios de los padres.

Carrera	Padres	Nivel de estudios de los padres (Nº estudiantes)			
		Primario	Secundario	Terciario	Universitario
Bioquímica (B) n=15	M	2	3	6	4
	P (1 no contesta)	4	3	4	3
Biotechnología (L) n=9	M	-	4	1	4
	P	1	4	1	3

En Argentina, los estudios terciarios son carreras cortas (2 a 4 años de duración), que otorgan títulos de pre-grado y brindan las herramientas necesarias para insertarse en la actividad laboral en empleos con calificación especializada, por ejemplo tecnicaturas y profesorados. El ingreso a cualquier centro o instituto de esta enseñanza superior supone que se han completado la educación primaria y secundaria.

Según la *Tabla C.3.5.1.6* se observa:

-En Bioquímica, la mayoría de las madres tienen estudios terciarios (6/15) y universitarios (4/15). Se observa un número similar de padres con estudios primarios y terciarios (4/15).

-Se detecta que el nivel de estudios de las madres es mayor que el de los padres.

-En Biotecnología, las madres, se distribuyen tanto en aquellas que tienen estudios secundarios (4/9) como universitarios (4/9); y los padres, en su mayoría, poseen estudios secundarios (4/9) y universitarios (3/9).

Se observa que el nivel de estudios es similar en madres y padres.

En ambas carreras, estos resultados coinciden con el informe técnico realizado en la Universidad Nacional del Litoral (Departamento de Matemática, FBCB - UNL, 2010).

Ocupación de los padres

Para este aspecto se realizó la siguiente clasificación: *desempleado*, incluye tanto a quienes no tienen empleo como a las amas de casa; *empleado*, comprende a quienes trabajan por cuenta ajena e, *independiente*, a quienes trabajan por cuenta propia, incluyendo las profesiones liberales. Los datos obtenidos del análisis se pueden observar en la *Tabla C.3.5.1.7*.

Tabla C.3.5.1.7. Distribución del alumnado según la ocupación de los padres.

Carrera	Padres	Ocupación de los padres (Nº estudiantes)		
		Desempleado	Empleado	Independiente
Bioquímica (B) n=15	M	4	7	4
	P (1 no contesta)	1	6	7
Biotecnología (L) n=9	M	1	4	4
	P	-	4	5

De acuerdo con la *Tabla C.3.5.1.7* se detecta que en Bioquímica la mayoría de las madres son empleadas (7/15), y los padres, empleados (6/15) e independientes (7/15).

En Biotecnología, las madres, se distribuyen tanto en aquellas que son empleadas (4/9) como independientes (4/9); y los padres, en su mayoría, son independientes (5/9) y empleados (4/9).

C.3.5.2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA DE LOS ALUMNOS Y SUS CARACTERÍSTICAS SOCIOCULTURALES.

Para poder observar el desarrollo de la *competencia científica* de los alumnos individualmente durante el estudio longitudinal y gracias a las tablas anteriores, se pueden elaborar la *Tabla C.3.5.2.1* y la *Tabla C.3.5.2.2*, para Bioquímica y Biotecnología, respectivamente. En las citadas tablas, se sintetizan los niveles de rendimiento en *RTCC*, *ICC*, *EFC* y *UPC* a lo largo de los períodos investigados.

Como se dijo anteriormente, a los alumnos se los identifica con una letra seguida por un número. En el estudio longitudinal participaron los siguientes alumnos: en Bioquímica, B7; B10; B13; B14; B15; B16; B19; B22; B32; B34; B35; B36; B38; B43; B44; y en Biotecnología, L3; L6; L11; L16; L18; L19; L20; L28; L31.

En la *Tabla C.3.5.2.1*, que aparece seguidamente, en la primera columna se indican los niveles de rendimiento anteriormente aclarados: máximo, medio y bajo. En la segunda, se recogen los alumnos de Bioquímica y en la tercera el *rendimiento total en la competencia científica* (*RTCC*) y las tres *sub-competencias* (*ICC*, *EFC*, y *UPC*).

La segunda columna (Alumnos Bioquímica) se subdivide en cuatro columnas: Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012. En las celdas se ubican a los alumnos identificados con su letra y número (Bn), según el nivel que haya alcanzado para cada rendimiento y en cada instancia investigada.

Para interpretar la tabla, se ejemplifica mediante el alumno número 7 de Bioquímica (B7). Para cada *sub-competencia* y para el *rendimiento total* se puede ver lo siguiente:

- *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*

Del análisis de los cuestionarios, este alumno se ubica en las columnas de Inicio 2010 y Fin 2010, en el nivel bajo. Luego para Fin 2011 y Fin 2012, logra la ubicación en el nivel medio.

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*

Para esta *sub-competencia* este alumno se ubica en las columnas de Inicio 2010 y Fin 2010, en el nivel bajo. Luego para Fin 2011 y Fin 2012, logra la ubicación en el nivel medio.

- *Explicar fenómenos científicos, EFC*

Del análisis de los cuestionarios, este alumno se ubica en las columnas de Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012, en el nivel bajo.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC*

Para esta *sub-competencia*, este alumno se ubica en la columna de Inicio 2010, en el máximo nivel. En la que corresponde a Fin 2010, se posiciona en el nivel bajo. Luego para Fin 2011, vuelve a ubicarse en el máximo nivel y, por último, en la columna señalada para Fin 2012, logra la ubicación en el nivel medio.

Tabla C.3.5.2.1. Distribución del alumnado según los niveles de rendimiento durante el estudio longitudinal.

Bioquímica (B) n = 15

Categoría de calificación	Alumnos Bioquímica				Competencia
	Inicio 2010	Fin 2010	Fin 2011	Fin 2012	
Máximo nivel (% puntuación alcanzada 100 a 70)	B15		B10; B15; B22; B32; B36; B43; B44	B10; B14; B15; B22; B32; B34; B35; B36; B43; B44	RTCC
	B10; B13; B14; B32	B10; B13; B19; B36; B43	B13; B15; B16; B19; B22; B32; B34; B36; B38; B43; B44	B10; B14; B15; B16; B22; B32; B34; B35; B36; B43; B44	ICC
	B15		B10; B15; B32; B36; B43	B10; B15; B22; B32; B34; B35; B36; B43	EFC
	B7; B10; B13; B14; B15; B16; B19; B32; B34; B35; B36; B44		B7; B10; B15; B16; B32; B35; B44	B10; B14; B15; B16; B22; B32; B43; B44	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	B10; B13; B14; B19; B35; B44	B10; B15; B43	B7; B13; B16; B19; B34; B35; B38	B7; B13; B16; B19; B38	RTCC
	B15; B16; B22; B34; B36; B38; B44	B14; B15; B35; B44	B7; B10	B7; B13; B19; B38	ICC
	B10; B14; B19; B35	B10; B15; B19; B35; B38; B43	B19; B22; B34; B35; B44	B14; B44	EFC
	B22; B38	B10; B15; B32; B44	B13; B14; B22; B34; B36; B38; B43	B7; B13; B19; B34; B35; B36; B38	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)	B7; B16; B22; B32; B34; B36; B38; B43	B7; B13; B14; B16; B19; B22; B32; B34; B35; B36; B38; B44	B14		RTCC
	B7; B19; B35; B43	B7; B16; B22; B32; B34; B38	B14; B35		ICC
	B7; B13; B16; B22; B32; B34; B36; B38; B43; B44	B7; B13; B14; B16; B22; B32; B34; B36; B44	B7; B13; B14; B16; B38	B7; B13; B16; B19; B38	EFC
	B43	B7; B13; B14; B16; B19; B22; B34; B35; B36; B38; B43	B19		UPC

La *Tabla C.3.5.2.2*, que aparece seguidamente, para los alumnos de Biotecnología, tiene la misma organización que la *Tabla C.3.5.2.1*. En la primera columna se indican los niveles de rendimiento anteriormente aclarados: máximo, medio y bajo. En la segunda, se recogen los alumnos de Biotecnología y en la tercera el *rendimiento total (RTCC)* y las tres *sub-competencias (ICC, EFC, y UPC)*.

La segunda columna (Alumnos Biotecnología) se subdivide en cuatro columnas: Inicio 2010, Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012. En las celdas se ubican a los alumnos identificados con su letra y número (Ln), según el nivel que haya alcanzado para cada rendimiento y en cada instancia investigada.

Tabla C.3.5.2.2. Distribución del alumnado según los niveles de rendimiento durante el estudio longitudinal.

Biotecnología (L) n = 9

Categoría de calificación	Alumnos Biotecnología				Competencia
	Inicio 2010	Fin 2010	Fin 2011	Fin 2012	
Máximo nivel (% puntuación alcanzada 100 a 70)		L19	L6; L11; L19; L28	L3; L6; L19; L20	RTCC
	L20	L3; L6; L19	L6; L11; L20; L28	L3; L6; L11; L16; L18; L19; L20; L28; L31	ICC
			L6; L11; L19; L28	L3; L6; L19	EFC
	L3; L16; L19; L28; L31	L19;	L6; L19; L31	L3; L6; L19	UPC
Nivel medio (% puntuación alcanzada 70 a 50)	L3; L6	L3; L6; L11;	L3; L16; L20; L31	L11; L16; L18; L28; L31	RTCC
	L3; L16; L28; L31	L11; L16; L20	L3; L19		ICC
	L3	L3; L16; L19; L28	L3; L16; L18; L20; L31	L31; L20; L28	EFC
	L6; L20	L3; L6; L11; L31	L3; L11; L20; L28	L11; L16; L18; L20; L28; L31	UPC
Nivel bajo (% puntuación alcanzada < 50)	L11; L16; L18; L19; L20; L28; L31	L16; L18; L20; L28; L31;	L18		RTCC
	L6; L11; L18; L19	L18; L28; L31	L16; L18; L31		ICC
	L6; L11; L16; L18; L19; L20; L28; L31	L6; L11; L18; L20; L31		L11; L16; L18	EFC
	L11; L18	L16; L18; L20; L28	L16; L18		UPC

Para interpretar la tabla, se ejemplifica mediante el alumno número 3 de Biotecnología (L3). Para cada *sub-competencia* y para el *rendimiento total* se puede ver lo siguiente:

- *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*

Del análisis de los cuestionarios, este alumno se ubica en las columnas de Inicio 2010, Fin 2010 y Fin 2011 en el nivel medio. Luego para Fin 2012, logra la ubicación en el nivel máximo.

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*

Para esta *sub-competencia* este alumno se ubica en la columna de Inicio 2010, en el nivel medio. Luego en el cuestionario de Fin 2010, alcanza el nivel máximo. Posteriormente para Fin 2011 vuelve nuevamente al nivel medio y para Fin 2012, regresa a la ubicación en el nivel máximo.

- *Explicar fenómenos científicos, EFC*

Del análisis de los cuestionarios, este alumno se ubica en las columnas de Inicio 2010, Fin 2010 y Fin 2011 en el nivel medio. Luego para Fin 2012, en el nivel máximo.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC*

Para esta *sub-competencia*, este alumno se ubica en la columna de Inicio 2010, en el máximo nivel. En la que corresponde a Fin 2010 y Fin 2011, se posiciona en el nivel medio. Por último, en la columna señalada para Fin 2012, retorna a la ubicación en el nivel máximo.

De la observación de la ubicación de los alumnos en estas tablas y con el fin de comparar las características socioculturales con el desarrollo de la *competencia científica* se seleccionaron sujetos con los rendimientos más altos y con los más bajos de cada sub-muestra.

En primer lugar, para llevar a cabo la selección y de acuerdo con lo expuesto en los apartados C.3.1.1 y C.3.2.1, se distinguen:

- Alumnos con mayor rendimiento:

- Inicio 2010: Bioquímica: B10, B13, B14, B15; Biotecnología: L3.
- Fin 2010: Bioquímica: B10, B15, B43; Biotecnología: L3, L6, L19.
- Fin 2011: Bioquímica: B10, B15, B32, B43; Biotecnología: L6, L19, L28.
- Fin 2012: Bioquímica: B10, B15, B22, B32, B43; Biotecnología: L3, L6, L19.

- Alumnos con menor rendimiento:

- Inicio 2010: Bioquímica: B16, B22, B34, B43; Biotecnología: L6, L11, L20.
- Fin 2010: Bioquímica: B7, B16, B22; Biotecnología: L18, L28, L31.
- Fin 2011: Bioquímica: B14; Biotecnología: L18.
- Fin 2012: Bioquímica: B7, B13, B19, B38; Biotecnología: L11, L16.

Luego, según la clasificación anterior, y para comparar las características socioculturales con el desarrollo de la *competencia científica* se seleccionaron los siguientes alumnos a saber: en Bioquímica, 8 de 15 (53%) y en Biotecnología, 6 de 9 (67%). Cada selección constó, en cantidades iguales de estudiantes, con los rendimientos más altos y con los más bajos.

- Bioquímica:

Con mayor rendimiento: B10, B15, B32 y B43.

Con menor rendimiento: B7, B13, B19 y B38.

- Biotecnología:

Con mayor rendimiento: L3, L6 y L19.

Con menor rendimiento: L11, L16 y L18.

Según los datos recogidos en el *Anexo 7 (Datos obtenidos del análisis. Características de contexto)*, se procedió al siguiente análisis:

Factores personales

• *Procedencia*

- Bioquímica:

Con mayor rendimiento: B32 es de procedencia cercana y los otros tres (B10, B15 y B43) lejana.

Con menor rendimiento: B7 es de procedencia cercana y los otros tres (B13, B19 y B38), lejana.

- Biotecnología:

Con mayor rendimiento: L3 es de procedencia cercana y los otros dos (L6 y L19), lejana.

Con menor rendimiento: L11 es de procedencia cercana y los otros dos (L16 y L18), lejana.

De lo mencionado, no surge ningún dato que pueda relacionar la procedencia con el rendimiento.

• *Edad*

- Bioquímica:

Con mayor rendimiento: B32 comenzó sus estudios con 17 años, B10 con 18 años, B15 y B43 con 19 años.

Con menor rendimiento: todos comenzaron sus estudios con 18 años, no hay diferencia de edades.

- Biotecnología:

Con mayor rendimiento: L3 comenzó con 19 años, L6 con 18 y L19 con 17.

Con menor rendimiento: todos comenzaron sus estudios con 18 años, no hay diferencia de edades.

De lo mencionado, no surge ningún dato que pueda relacionar la edad con el rendimiento.

- **Género**

Otra de las variables personales exploradas, en relación al rendimiento en ciencias, fue el género de los estudiantes.

En la prueba PISA 2006 para el caso de la Argentina, las mujeres obtienen notas que son un 3 ó 4% superiores a las de los varones, mientras que en el caso de los miembros de la OCDE son los hombres quienes tienen resultados ligeramente superiores (DINIECE – MEN, n.d., p. 64).

En este estudio en ambas carreras el número de mujeres (F) es mucho mayor que el de hombres (M).

El único alumno masculino que permaneció en el estudio longitudinal es L19 con rendimiento alto en la *competencia científica*. Los demás alumnos seleccionados resultaron ser todos del género femenino, por lo tanto, no hay elementos para comparar esta característica con el rendimiento.

Factores institucionales - Carácter y Modalidad del centro de estudios secundarios

- Bioquímica:

Con mayor rendimiento: B10 y B15 provienen de la modalidad *Ciencias Naturales*, privada y pública respectivamente. B32 procede de una escuela privada con la modalidad de *Ciencias Sociales* y B43 de una escuela pública con modalidad *Producción de bienes servicios*.

Con menor rendimiento: los cuatro estudiantes provienen de la modalidad *Ciencias Naturales*: dos de escuelas privadas (B7 y B13) y dos de escuelas públicas (B19 y B38).

- Biotecnología:

Con mayor rendimiento: Todos provienen de escuelas públicas. L3 y L19 vienen de las modalidades *Producción de bienes y servicios* y L6 de *Economía y Gestión*.

Con menor rendimiento: L11 y L18 provienen de escuelas privadas, de las modalidades de *Ciencias Naturales* y *Ciencias Sociales*, respectivamente. L16 procede de la modalidad *Economía y Gestión* y de escuela pública.

Teniendo en cuenta lo anteriormente citado, los resultados no se relacionan con el carácter ni la modalidad del centro de estudios secundarios de procedencia. La modalidad de *Ciencias Naturales* en la escuela secundaria no es un factor determinante en el rendimiento en la *competencia científica*. Esto último permite asumir que los contenidos comunes en la ciencia han de ser dominados por todos los estudiantes de la escuela secundaria, independientemente de la modalidad elegida.

Factores del entorno familiar

En este punto se presentan datos sobre el entorno familiar de los estudiantes. Se asume que las características del ambiente familiar pueden facilitar o dificultar el desempeño educativo. A los efectos de presentar información sobre el contexto socio-económico y cultural de los estudiantes, y en particular de variables que pueden incidir con más fuerza en el proceso de aprendizaje, se exponen a continuación los siguientes aspectos:

- *Nivel educativo de los padres*

- Bioquímica:

Con mayor rendimiento: B10 tiene ambos padres con estudios primarios. La madre de B15 posee estudio terciario y su padre secundario. B32 presenta ambos padres con estudios universitarios. B43 tiene madre con estudio secundario y padre con estudio terciario.

Con menor rendimiento: B7 tiene la madre y el padre con estudios universitarios; B13 ambos padres con estudios terciarios; B19 la madre con nivel terciario (no contesta por el padre) y B38 la madre con estudio terciario y el padre secundario.

- Biotecnología:

Con mayor rendimiento: los dos padres de L3 y L6 poseen estudios secundarios. L19 tiene ambos padres con estudios universitarios.

Con menor rendimiento: L18 tiene la madre y el padre con estudios universitarios. L16 posee la madre con estudio terciario y el padre secundario y L11 presenta la madre con estudio universitario y el padre con primario.

A la luz de lo recientemente mencionado, no se puede correlacionar el rendimiento en la *competencia científica* con el nivel educativo de los padres.

- *Ocupación de los padres*

- Bioquímica:

Con mayor rendimiento: B10 tiene la madre desempleada y el padre independiente; B15 presenta los dos padres empleados; B32 los dos padres empleados y B43 la madre desempleada y el padre independiente.

Con menor rendimiento: B7 posee los dos padres independientes; B13 tiene la madre desempleada y el padre independiente; B19 la madre empleada (no contesta por el padre) y B38 los dos padres empleados.

- Biotecnología:

Con mayor rendimiento: L3 posee la madre independiente y el padre empleado; L6 la madre desempleada y el padre independiente y L19 los dos padres empleados.

Con menor rendimiento: L11 tiene la madre independiente y el padre empleado; L16 la madre empleada y el padre independiente y L18 los dos padres independientes.

De los datos obtenidos, no se puede correlacionar el rendimiento en la *competencia científica* con la ocupación de los padres.

De acuerdo con los resultados de este estudio, las diferencias halladas en el rendimiento de los estudiantes en la *competencia científica* no pueden ser explicadas por el entorno sociocultural.

En el trabajo de Marks (2006), se analizaron los datos de treinta países y se halló que las diferencias en el desempeño de los estudiantes no se pudieron atribuir a las características socioeconómicas de los mismos.

Sin embargo, según Gorard & See (2009), el uso a gran escala de conjuntos de datos muestra que la participación y los logros en la ciencia se estratifican por factores socio-económicos. En opinión de estos autores, no se han encontrado pruebas concluyentes para explicar esto satisfactoriamente. Los mismos señalan que existen razones sugeridas en la literatura que incluyen una relativa escasez de oportunidades locales, posponiendo a aquellos estudiantes que no desean estudiar fuera de casa o las demandas percibidas de tiempo de estudio de la ciencia, y así las dificultades de combinar trabajo y estudio para aquellos que necesitan seguir trabajando y estudiando. El apoyo directo de los padres profesionales también puede dar lugar a una mayor participación a los estudiantes de mayor nivel socioeconómico. Tal vez la explicación más simple es que la participación en la ciencia a cualquier nivel a menudo se basa en el éxito de la etapa educativa anterior. No están claras las diferencias entre los logros en la ciencia entre los estudiantes de diferentes extracciones socioculturales. Sin embargo, estas diferencias no son muy distintas a las de otras materias de estudio.

C.3.5.3. CONCLUSIÓN DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 5.

Una vez cotejados los resultados obtenidos en el estudio longitudinal con las variables socioculturales indagadas no se encontró relaciones entre ellas.

A la vista de lo expuesto, se verifica la HI5 tal como fue formulada:

No existen relaciones entre las variables socioculturales investigadas y el rendimiento en la competencia científica.

C.3.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 6: RESULTADOS DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO ACADÉMICO.

En el apartado C.1.4.6 se formuló la HI6:

Los resultados en la competencia científica coinciden con los logros académicos.

El rendimiento académico se midió mediante *notas* tanto en el Curso de Articulación de Química (prueba indispensable y exigida por la Universidad Nacional del Litoral para ingresar a las carreras intervinientes), como en cada una de las diferentes asignaturas de Química propias de cada carrera. Es importante aclarar que las *notas* son datos totalmente personales y confidenciales. Las mismas se han obtenido de documentos oficiales, bajo absoluta reserva y compromiso de anonimato, solamente a los fines de esta investigación.

Según el apartado C.2.4. *Instrumentos de análisis de la información*, y con el fin de medir la asociación para dos variables cualitativas ordinales (*Rendimiento total en la competencia científica*, *RTCC* y *notas*), se aplicaron

los test estadísticos Gamma y Tau-c de Kendall mediante el software SPSS para Windows v.17 (Cortada de Kohan, 1994; Ferrán Aranaz, 2001).

Debido al tamaño de la muestra, para analizar las relaciones entre los niveles del *rendimiento total en la competencia científica (RTCC)* y las *notas* obtenidas, ya sea en el Curso de Articulación de Química como en los promedios de los exámenes de las asignaturas de Química por cada año, se agruparon los alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología (n=24).

Para el análisis de la asociación entre variables, se estableció el criterio de los niveles de RTCC (alto, medio y bajo) y se tomaron 2 categorías en lo referente a la variable *notas* obtenidas: [6-7] y [8-9-10].

Se recuerda que en ambos test los valores próximos a 1 indican una fuerte asociación positiva (a medida que aumentan o disminuyen los valores de una variable, los de la otra también lo hacen); valores próximos a -1 indican fuerte asociación negativa (a medida que aumentan los valores de una de las variables, disminuyen los de la otra). Valores próximos a 0 indican no asociación.

Se realizaron dos análisis que se organizaron en los siguientes apartados:

C.3.6.1. Análisis comparativo entre el nivel inicial del *rendimiento total en la competencia científica, RTCC*, y las *notas* obtenidas en el Curso de Articulación de Química.

C.3.6.2. Análisis comparativo entre los niveles de desarrollo del *rendimiento total en la competencia científica, RTCC*, y la *nota promedio* de los exámenes oficiales de las asignaturas de Química por cada año.

Luego en el apartado C.3.6.3 se elaboró la conclusión de la hipótesis de investigación 6.

C.3.6.1. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL NIVEL INICIAL DEL RENDIMIENTO TOTAL EN LA COMPETENCIA CIENTÍFICA, RTCC, Y LAS NOTAS OBTENIDAS EN EL CURSO DE ARTICULACIÓN DE QUÍMICA.

De acuerdo a los niveles de *rendimiento total en la competencia científica* iniciales, RTCC, (Inicio 2010) vistos en la *Tabla C.3.1.2.1*, se propone comparar esos datos y las *notas* obtenidas en el Curso de Articulación de Química, a saber: la *Tabla C.3.6.1.1* para Bioquímica y la *Tabla C.3.6.1.2* para Biotecnología. Corresponde mencionar que, la mínima nota para aprobar dicho Curso e ingresar a la Universidad, es el 6 Aprobado.

Como se puede ver en cada tabla, en la primera columna se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número, en la segunda columna aparecen los niveles *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC*, obtenidos a Inicio 2010. En la tercera columna se exponen las *notas* del Curso de Articulación de Química indispensable para el ingreso.

De la interpretación de los resultados, puede observarse que en términos generales los alumnos mostraron *notas* buenas en el Curso Articulación de Química mientras que la gran mayoría obtuvo un nivel bajo en RTCC.

Tabla C.3.6.1.1. Niveles de RTCC iniciales y las notas obtenidas en el Curso de Articulación de Química. Bioquímica. n= 15

Al.	Niveles de rendimiento iniciales RTCC	Nota Curso Articulación de Química
B7	Bajo	7 Bueno
B10	Medio	7 Bueno
B13	Medio	7 Bueno
B14	Medio	7 Bueno
B15	Alto	9 Distinguido
B16	Bajo	7 Bueno
B19	Medio	8 Muy Bueno
B22	Bajo	8 Muy Bueno
B32	Bajo	6 Aprobado
B34	Bajo	8 Muy Bueno
B35	Medio	7 Bueno
B36	Bajo	8 Muy Bueno
B38	Bajo	7 Bueno
B43	Bajo	10 Sobresaliente
B44	Medio	8 Muy Bueno

Tabla C.3.6.1.2. Niveles de RTCC iniciales y las notas obtenidas en el Curso de Articulación de Química. Biotecnología. n= 9

Al.	Niveles de rendimiento iniciales RTCC	Nota Curso Articulación de Química
L3	Medio	8 Muy Bueno
L6	Bajo	8 Muy Bueno
L11	Bajo	7 Bueno
L16	Bajo	9 Distinguido
L18	Bajo	8 Muy Bueno
L19	Bajo	10 Sobresaliente
L20	Bajo	6 Aprobado
L28	Bajo	8 Muy Bueno
L31	Bajo	6 Aprobado

Para la aplicación de los test Gamma y Tau-c de Kendall se utilizó el software SPSS para Windows v.17 y, en la *Tabla C.3.6.1.3*, se presentan los resultados para los alumnos ingresantes (Inicio 2010).

*Tabla C.3.6.1.3. Tabla de contingencia RTCC * Nota. Valores de Tau-c de Kendall y Gamma. Inicio 2010. Alumnos de Bioquímica y Biotecnología (n=24).*

Recuento		NOta		Total
		6-7	8-9-10	
RTCC	Bajo	7	9	16
	Medio	4	3	7
	Alto	0	1	1
Total		11	13	24

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	-,028	,194	-,143	,886
	Gamma	-,059	,409	-,143	,886
N de casos válidos		24			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Como se puede observar en la *Tabla C.3.6.1.3*, los valores del Tau-c y Gamma son -0,028 y -0,059 respectivamente, siendo éstos muy próximos a 0, estarían indicando la no existencia de asociación entre el *RTCC* de los ingresantes de ambas carreras en el año 2010 con la *nota* obtenida en el Curso de Articulación de Química. Es decir, los resultados en el *rendimiento total en la competencia científica* de los estudiantes que comienzan los estudios universitarios de Bioquímica y Biotecnología no se relacionan con los logros académicos obtenidos en el Curso de Articulación de Química del ingreso a la Universidad.

C.3.6.2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS NIVELES DE DESARROLLO DEL RENDIMIENTO TOTAL EN LA COMPETENCIA CIENTÍFICA, *RTCC*, Y LA NOTA PROMEDIO DE LOS EXÁMENES OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS DE QUÍMICA POR CADA AÑO.

De acuerdo con los niveles de *rendimiento totales* en la *competencia científica (RTCC)* después del primer, segundo y tercer año de cursado vistos en las *Tablas C.3.2.3.1* (Fin 2010), *C.3.2.3.2* (Fin 2011) y *C.3.2.3.3* (Fin 2012), se propone comparar esos datos con el indicador de la *nota promedio de los exámenes oficiales de las asignaturas de Química de cada año* (Ver *Anexo 1. Planes de estudios. Correlatividades. Régimen único de enseñanza*).

Por lo tanto, para primer año se calculó el promedio entre las notas de los exámenes de Química General y Química Inorgánica; para el segundo año el promedio entre los exámenes de Química Orgánica I, Química Orgánica II, Fisicoquímica y Química Analítica I. Para tercer año, como el cuestionario de *competencia científica* se administró a Fin 2012, posiblemente más de un estudiante no pudo rendir las dos asignaturas de Química de ese año. Teniendo en cuenta esta circunstancia se tomó la *nota*

ya sea de Química Analítica II o de Química Biológica, o bien, el promedio de ambas, según la situación.

Los niveles del *rendimiento total en la competencia científica, RTCC*, a lo largo del estudio longitudinal en el Ciclo Básico y las *notas* promedios de cada alumno en las asignaturas de Química en cada año, pueden observarse en las *Tablas C.3.6.2.1 y C.3.6.2.2*, para Bioquímica y Biotecnología, respectivamente.

Como se puede ver a continuación, en ambas tablas (C.3.6.2.1 y C.3.6.2.2), en la primera columna se presenta la identificación del alumno con una letra seguida por un número, la segunda columna (Bioquímica o Biotecnología) se divide en tres columnas correspondientes a cada año del Ciclo Básico (1er año, 2do año y 3er año). A su vez, cada columna de cada año se sub-divide en dos columnas: una en donde aparecen los niveles *rendimiento total en la competencia científica, RTCC*, obtenidos en cada instancia de recolección de datos (cuestionarios Fin 2010, Fin 2011 y Fin 2012) y otra en donde figuran las *notas* promedios en las asignaturas de Química del año correspondiente.

Tabla C.3.6.2.1. Niveles de RTCC de los tres años primeros años de carrera y las notas promedios. Bioquímica. n= 15

Al.	BIOQUÍMICA					
	1er año		2do año		3er año	
	Niveles RTCC Fin 2010	Nota promedio	Niveles RTCC Fin 2011	Nota promedio	Niveles RTCC Fin 2012	Nota promedio
B7	Bajo	7,5	Medio	8,5	Medio	6
B10	Alto	8	Alto	7,5	Alto	7
B13	Bajo	7	Medio	7,5	Medio	6
B14	Bajo	6	Bajo	6,5	Alto	6
B15	Medio	8	Alto	7,5	Alto	8
B16	Bajo	6	Medio	6	Medio	6
B19	Bajo	6,5	Medio	6	Medio	6
B22	Bajo	7	Alto	7	Alto	7
B32	Bajo	6	Alto	7	Alto	7
B34	Bajo	7	Medio	8	Alto	8
B35	Bajo	7	Medio	7,5	Alto	8
B36	Bajo	6	Alto	6,5	Alto	7
B38	Bajo	6,5	Medio	7,5	Medio	6
B43	Medio	8,5	Alto	9	Alto	9
B44	Bajo	6	Alto	6	Alto	6

Para la interpretación de las tablas C.3.6.2.1 y C.3.6.2.2, se ejemplifica mediante el alumno B7. Su nivel en RTCC a Fin 2010 (1er año de instrucción) es bajo y el cálculo de la nota promedio en las asignaturas de Química de ese año es 7,5. Luego del segundo año de instrucción, a Fin 2011, en RTCC alcanza el nivel medio y su nota promedio para ese período

es 8,5. Por último, el nivel medio alcanzado en RTCC a Fin 2012, luego del tercer año de instrucción, se corresponde a una nota promedio de 6.

Tabla C.3.6.2.2 Niveles de RTCC de los tres años primeros años de carrera y las notas promedios. Biotecnología. n= 9

Al.	Biotecnología					
	1er año		2do año		3er año	
	Niveles RTCC Fin 2010	Nota promedio	Niveles RTCC Fin 2011	Nota promedio	Niveles RTCC Fin 2012	Nota promedio
L3	Medio	9	Medio	9	Alto	9
L6	Medio	7,5	Alto	9	Alto	9
L11	Medio	7	Alto	8	Medio	7
L16	Bajo	7	Medio	8	Medio	7
L18	Bajo	6,5	Bajo	7	Medio	7
L19	Alto	8,5	Alto	8	Alto	8
L20	Bajo	7,5	Medio	7,5	Alto	7
L28	Bajo	8	Alto	8	Medio	7
L31	Bajo	6	Medio	7	Medio	6

Para la aplicación de los test Gamma y Tau-c de Kendall se utilizó el software SPSS para Windows v.17 y los resultados se presentan en las Tablas C.3.6.2.3, C.3.6.2.4 y C.3.6.2.5, para 1er año (Fin 2010), 2do año (Fin 2011) y 3er año (Fin 2012), respectivamente.

- Luego del primer año del Ciclo Básico.

*Tablas C.3.6.2.3. Tabla de contingencia RTCC * Nota. Valores de Tau-c de Kendall y Gamma. Fin 2010. Alumnos de Bioquímica y Biotecnología (n=24).*

Recuento

		Nota		Total
		6-7	8-9-10	
RTCC	Bajo	16	1	17
	Medio	2	3	5
	Alto	0	2	2
Total		18	6	24

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	,569	,184	3,096	,002
	Gamma	,953	,059	3,096	,002
N de casos válidos		24			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Como se puede observar en la *Tabla C.3.6.2.3*, los valores del Tau-c y Gamma son 0,569 y 0,953, respectivamente. Como estos valores son mayores a cero, para el caso de los alumnos de primer año de ambas carreras se observa una asociación positiva entre el *RTCC* y la *nota* promedio obtenida en las asignaturas de Química. A medida que disminuye la *nota* también lo hace el *RTCC*.

- Luego del segundo año del Ciclo Básico.

*Tablas C.3.6.2.4. Tabla de contingencia RTCC * Nota. Valores de Tau-c de Kendall y Gamma. Fin 2011. Alumnos de Bioquímica y Biotecnología (n=24).*

Recuento		NOta		Total
		6-7	8-9-10	
RTCC	Bajo	2	0	2
	Medio	7	4	11
	Alto	6	5	11
Total		15	9	24

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	,201	,192	1,051	,293
	Gamma	,377	,335	1,051	,293
N de casos válidos		24			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Para los alumnos de segundo año de las dos carreras los valores del Tau-c y Gamma son 0,201 y 0,377, respectivamente. Como estos números son positivos y muy próximos a 0, existe una leve asociación positiva entre el rendimiento y las notas.

- Luego del tercer año del Ciclo Básico.

Como se puede observar en la *Tabla C.3.6.2.5*, no hay alumnos en el nivel bajo.

En ambas carreras, a Fin 2012, los valores del Tau-c y Gamma son 0,486 y 1.000, respectivamente. En tercer año se observa una asociación positiva entre ambas variables. A medida que aumenta la *nota* también lo hace el *RTCC*.

*Tablas C.3.6.2.5. Tabla de contingencia RTCC * Nota. Valores de Tau-c de Kendall y Gamma. Fin 2012. Alumnos de Bioquímica y Biotecnología (n=24).*

Recuento		Nota		Total
		6-7	8-9-10	
RTCC	Medio	10	0	10
	Alto	7	7	14
Total		17	7	24

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	,486	,134	3,623	,000
	Gamma	1,000	,000	3,623	,000
N de casos válidos		24			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

C.3.6.3. CONCLUSIÓN DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN 6.

Una vez comparados los resultados de los niveles *rendimiento total en la competencia científica* iniciales de los estudiantes que ingresan a Bioquímica y Biotecnología, con las notas obtenidas en el Curso de Articulación de Química, se detecta que el RTCC no se asocia con los logros académicos.

De acuerdo con el análisis del epígrafe anterior, se percibió que durante el Ciclo Básico existe, aunque leve en 2do año, una asociación positiva entre ambas variables (RTCC y notas).

A la vista de lo expuesto, se verifica parcialmente la HI6 tal como fue formulada:

Los resultados en la competencia científica coinciden con los logros académicos.

En una breve síntesis, se señala que una muestra de estudiantes de las carreras de Bioquímica y Biotecnología ingresó a los estudios universitarios con bajos rendimientos en la *competencia científica* desde la perspectiva de PISA 2006. Estos hallazgos iniciales no se relacionan con los logros académicos alcanzados a la hora de ingresar a la Universidad.

A lo largo del Ciclo Básico, los resultados obtenidos en los rendimientos en la *competencia científica* no se relacionan con las variables socioculturales investigadas y sí se asocian positivamente con los logros académicos obtenidos en cada año de instrucción.

Entre las dos orientaciones universitarias existen ciertas diferencias en el desarrollo de la *competencia científica* durante los años investigados, a saber:

- En Bioquímica: los rendimientos en *RTCC*, *ICC*, *EFC* y *UPC* decaen luego de transcurrido el primer año para luego progresar en los dos años siguientes.

- En Biotecnología: los rendimientos en *RTCC* e *ICC* mejoran durante los tres años de investigación. El desarrollo de *EFC* sin embargo, mejora los dos primeros años y decae el tercero. En *UPC* el rendimiento decae luego de transcurrido el primer año para luego progresar en los dos años siguientes.





CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

En esta tesis se llevó a cabo un estudio longitudinal descriptivo fundamentado en el marco de las pruebas PISA 2006 (OCDE, 2008), sobre *competencia científica*. Se indagó en qué medida una muestra de alumnos de las carreras de Bioquímica y Biotecnología de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) desarrollaron dicha competencia durante los tres primeros años del nivel universitario.

Se investigó aclarar y diagnosticar una situación que ha de ser mejorada o una dificultad práctica que ha de ser resuelta. Es decir, la identificación de los problemas en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y la búsqueda de soluciones, en las propias aulas, debe realizarse a través del trabajo conjunto entre el profesorado universitario en ejercicio y los resultados que aporten las investigaciones en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Esta actividad lleva a plantearse permanentemente un gran número de cuestiones, inquietudes y reflexiones que lógicamente no pueden resolverse mediante un solo trabajo, una sola respuesta o un recetario de formas ideales de enseñar ciencias.

En el primer capítulo de esta monografía se realizó una revisión bibliográfica mediante la que se elaboró el marco teórico sobre la *competencia científica* y el contexto de la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito universitario que dio origen a los problemas objeto de esta Tesis Doctoral y que se articularon en torno a seis interrogantes:

C.1.3.1. ¿Cuál es el nivel de competencia científica con el que ingresan los alumnos en las carreras de Bioquímica y Biotecnología?

C.1.3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia científica adquirido cuando terminan el Ciclo Básico de las mismas?

C.1.3.3. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la competencia científica de los estudiantes en ambas orientaciones universitarias?

C.1.3.4. ¿Cuáles sub-competencias científicas, podrían orientar sobre las prioridades para una enseñanza de calidad?

C.1.3.5. ¿Cómo influyen en el rendimiento de la competencia científica ciertas características del contexto sociocultural de los alumnos?

C.1.3.6. ¿Cómo se relacionan el rendimiento académico con el correspondiente en la competencia científica?

Para dar respuesta a estas preguntas se realizó una revisión de la literatura científica sobre las contribuciones que podían afectar a las mismas y se establecieron las hipótesis de trabajo, así como el correspondiente plan de trabajo.

A este respecto se diseñaron seis fases. Mediante la primera fase se identificaron los problemas de investigación y las estrategias de resolución de los mismos, se revisó la información existente y se realizó el muestreo. En la segunda y la tercera fases se diseñaron las estrategias para recolectar la información y el análisis de la misma, respectivamente. En la cuarta se determinó la validez de los instrumentos utilizados para recoger la información y la fiabilidad de las mediciones. Finalmente, en la quinta y sexta fases se llevó a cabo el estudio de las variables y el análisis de los resultados para establecer conclusiones e implicaciones.

Para el estudio longitudinal, se diseñó una estrategia en la que jugaron un papel importante los instrumentos para la recolección y el tratamiento de la información que se elaboraron tanto para la caracterización sociocultural de la muestra como así también para el seguimiento del *rendimiento total de la competencia científica* y de las *sub-competencias*, en los diferentes momentos de la investigación.

Se trató de una investigación donde, en cada instrumento, se emplearon cuestionarios diseñados *ad hoc*, para los tres períodos lectivos del Ciclo Básico (1º, 2º y 3º año), en asignaturas de Química de las dos carreras universitarias mencionadas. Se elaboraron un cuestionario de contexto con el cual se caracterizó al alumnado mediante algunas preguntas de datos personales y cuatro cuestionarios de *competencia científica* propiamente dicha tomando como base las pruebas seleccionadas de PISA 2006.

Los cuestionarios de *competencia científica* se caracterizaron por fomentar en los estudiantes la necesidad de aplicar determinada *sub-competencia científica* a una pregunta planteada.

Se destaca también que el nivel de implicación del alumnado para responder los cuestionarios en las distintas instancias hizo posible obtener la información que, de otro modo, hubiera sido imposible conseguir, lo que se agradece sinceramente. Su colaboración, y la implicación en las respuestas, hablan de su actitud positiva hacia esta investigación.

Las estrategias de tratamiento de la información se caracterizaron por indagar el contenido y tipo de respuesta, analizar las puntuaciones del *rendimiento total de la competencia científica* y de las *sub-competencias* de los alumnos, calcular los porcentajes de los totales respectivos y hacer explícitos los rendimientos por niveles.

Esto permitió contrastarlos y, de este modo, evaluar la *competencia científica* en los diferentes tiempos de la investigación.

Tanto los instrumentos de recogida de información como de tratamiento y análisis de la misma, han supuesto también otra de las aportaciones originales y relevantes de esta tesis.

Tras la estrategia de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

• Para la primera pregunta C.1.3.1. ***¿Cuál es el nivel de competencia científica con el que ingresan los alumnos en las carreras de Bioquímica y Biotecnología?***

- Los estudiantes objeto de esta investigación, de ambas carreras, tuvieron inicialmente escasos niveles de *rendimiento total en la competencia científica, RTCC*. Esto se puede interpretar como que la mayoría de los alumnos ingresantes a estas carreras, si bien aprobaron el ingreso universitario, no poseen la *competencia científica* deseable proveniente de la etapa escolar.

- La *sub-competencia identificar cuestiones científicas, ICC*, reveló resultados intermedios entre las otras dos *sub-competencias*.

- La *sub-competencia explicar fenómenos científicamente, EFC*, presentó los niveles de rendimiento más bajos.

- En ambas carreras, la *sub-competencia utilizar pruebas científicas, UPC*, mostró los mejores rendimientos.

Así se puso de manifiesto que los estudiantes ingresantes, con el cuestionario Inicio 2010, se desempeñaron mejor en el uso de las pruebas científicas que en el manejo de aspectos de la metodología de la ciencia y la aplicación y explicación de conceptos científicos.

• Para la segunda pregunta C.1.3.2. ***¿Cuál es el nivel de competencia científica adquirido cuando terminan el Ciclo Básico de las mismas?***

Pese a la existencia de variaciones en los porcentajes de los alumnos en los distintos niveles de rendimiento, a lo largo de los años y en las dos orientaciones universitarias, los resultados de este estudio proveen información concerniente a la *competencia científica*.

Los datos aquí recogidos sustentan un contraste entre el inicio (Inicio 2010) y el final de la investigación (Fin 2012). Los resultados constituyen un buen ejemplo de la idoneidad de los niveles de rendimiento como instrumentos útiles para el tratamiento de la información.

Se brinda un perfil descriptivo que permite observar diferencias y comparaciones en los niveles del *rendimiento total en la competencia científica* (concebido como el conjunto o la suma de las tres *sub-competencias*: *Identificar cuestiones científicas, Explicar fenómenos científicos y Utilizar pruebas científicas*):

- Nivel máximo: en ambas carreras el número de alumnos con un nivel alto de puntuación fue aumentando a medida que avanzaban en los tres cursos del Ciclo Básico.

- Nivel medio: para el caso de Bioquímica se puede observar que el porcentaje de alumnos en el nivel medio de puntuación disminuyó, sin embargo para Biotecnología se observa un incremento.

- Nivel bajo: A Inicio 2010 un alto porcentaje de los alumnos se ubicó en el nivel bajo de puntuación, luego el porcentaje de alumnos en este

nivel, fue disminuyendo con el tiempo hasta alcanzar un valor nulo en ambas orientaciones.

Por lo tanto, a Fin 2012, en RTCC, la distribución de alumnos se localizó únicamente en los niveles máximo y medio. Efectivamente, se produjo cierto avance pues, un porcentaje importante del alumnado alcanzó el máximo nivel en Bioquímica y el nivel medio en Biotecnología. Esto pone de manifiesto la influencia de la instrucción para conseguir mayores rendimientos.

Con lo indicado anteriormente se puede concluir que aunque la *competencia científica* no se aborda explícitamente en la instrucción del alumnado, mejora a medida que se avanza en las carreras. El nivel adquirido de la misma, cuando termina el Ciclo Básico, es mejor que el inicial.

Sin embargo, los resultados en el *rendimiento total en competencia científica*, RTCC, no son tan aceptables pues el porcentaje de alumnos que consiguió el máximo nivel no sería el deseable (67% en Bioquímica y 44% en Biotecnología) considerando que estos valores se obtuvieron después de tres años de estudio en ambas carreras universitarias.

Esto estaría indicando que, aunque es un prerrequisito para una educación de calidad, la cantidad de años de estudio en sí misma no es suficiente para conseguir altos niveles de resultados ya que el porcentaje en el nivel medio es considerable en ambas carreras (33% en Bioquímica y 56% en Biotecnología), más aún en Biotecnología.

Otros factores, como la docencia tradicional que en general se imparte, el perfil de los profesores (su titulación, formación didáctica en la disciplina, estrategias de enseñanza y evaluación), la adquisición de conocimiento memorístico en búsqueda de buenas calificaciones, pueden desempeñar un papel crucial en la adquisición de la *competencia científica*.

• Para la tercera pregunta C.1.3.3. ***¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la competencia científica de los estudiantes en ambas orientaciones universitarias?***

Inicialmente, los valores hallados en RTCC, ICC, EFC y UPC posicionaron mejor a los ingresantes de Bioquímica que de Biotecnología.

Como se aclaró en capítulos anteriores, cabe recordar que la instrucción en el Ciclo Básico es la misma para los alumnos de las dos carreras.

Para responder la tercera pregunta, el desarrollo de la *competencia científica* de los alumnos, en Bioquímica y Biotecnología se presenta del siguiente modo:

- *Rendimiento total en la competencia científica, RTCC:*

En *Bioquímica* luego del primer año, los valores disminuyeron para luego incrementarse en los dos años posteriores. En *Biotecnología* ocurrió algo diferente a Bioquímica, luego del primer año y también en los años siguientes los porcentajes aumentaron.

En ambas orientaciones, se detecta un incremento en el nivel máximo. En Bioquímica disminuyeron los valores en los niveles medio y bajo

mientras que en Biotecnología, aumentó el porcentaje en el nivel medio y disminuyó en el bajo.

Se concluye que los resultados mejoran con la instrucción, los valores se incrementan y si se comparan ambas orientaciones, en Bioquímica se alcanzan los mejores resultados.

- *Identificar cuestiones científicas, ICC:*

En Bioquímica, en el tiempo transcurrido ente Inicio 2010 y Fin 2010, el rendimiento tendió a disminuir para luego progresar a Fin 2011 y Fin 2012.

En Biotecnología, el rendimiento prosperó en todas las instancias.

La mejora en esta *sub-competencia* fue más significativa en Biotecnología que en Bioquímica. Esta afirmación se sustenta porque, al finalizar el estudio, todos los alumnos de esta carrera se ubicaron en el máximo nivel.

- *Explicar fenómenos científicos, EFC:*

En Bioquímica, el rendimiento prosperó en todas las instancias.

En Biotecnología, en el tiempo transcurrido ente Inicio 2010, Fin 2010, y Fin 2011 el rendimiento tendió a progresar para luego disminuir a Fin 2012.

Si se comparan ambas carreras, en Bioquímica, los rendimientos en esta *sub-competencia* progresaron con la instrucción en mayor medida que en Biotecnología.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC:*

Tanto en Bioquímica como en Biotecnología en el tiempo transcurrido ente Inicio 2010 y Fin 2010, el rendimiento tendió a disminuir para luego prosperar a Fin 2011 y Fin 2012.

Para ambas orientaciones, a Fin 2012, aunque el progreso se manifestó con porcentajes de estudiantes nulos en el nivel bajo e incremento de los mismos en el nivel medio, no se recuperaron los valores iniciales en el máximo nivel de Inicio 2010.

Comparativamente, en las dos modalidades no se avanzó sustantivamente en esta *sub-competencia* con la instrucción, menos aún en Biotecnología.

• Para la cuarta pregunta C.1.3.4. ***¿Cuáles sub-competencias científicas, podrían orientar sobre las prioridades para una enseñanza de calidad?***

Los resultados pusieron de manifiesto un desarrollo diferente en las tres *sub-competencias* indagadas. Para responder la cuarta pregunta y de acuerdo con sus particularidades, se consideraron individualmente.

- *Identificar cuestiones científicas, ICC:*

Esta *sub-competencia* abarca principalmente las siguientes acciones: *reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente, identificar términos clave para la búsqueda de información científica y reconocer los rasgos clave de la investigación científica.*

Según los resultados, durante el Ciclo Básico, se percibió un desarrollo favorable de esta *sub-competencia* centrada en aspectos de la metodología de la ciencia.

Los porcentajes de estudiantes disminuyeron en los niveles medio y bajo. Efectivamente se produjo un marcado avance pues prácticamente la totalidad del alumnado alcanzó el máximo nivel.

Según las acciones principales mencionadas de esta *sub-competencia*, los resultados revelan un avance significativo en *reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente*. Es decir, un progreso en la distinción entre las preguntas que se pueden responder mediante la investigación científica de las que no pueden serlo.

Para evaluar la acción de *identificar términos clave para la búsqueda de información científica*, se diseñó la pregunta 8 de lluvia ácida en el cuestionario Fin 2010. Respecto a esta pregunta, los resultados fueron muy bajos. Como durante el estudio longitudinal no hubo otra pregunta que evaluara nuevamente esta acción, no se puede concluir que sea un buen ejemplo para valorar esta identificación.

Se puede inferir un progreso importante del alumnado en *reconocer los rasgos clave de la investigación científica*. Los estudiantes lograron mejoras significativas en la identificación de problemas objeto de investigación científica, en la descripción y en la consideración del control en el método utilizado, en la caracterización de las variables que intervienen (dependiente e independiente) y el establecimiento de una relación causa-efecto entre las mismas. Sin embargo, hay que destacar que en Bioquímica, a Fin 2012, persistieron problemas en la descripción y en la consideración de un control del método utilizado y la caracterización de las variables. En esta carrera, algunos estudiantes solamente lograron identificar el problema objeto de investigación científica.

- *Explicar fenómenos científicos, EFC:*

Esta segunda *sub-competencia* es probablemente la más trabajada en las aulas puesto que comprende: *aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada, describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios e identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas*.

En los cuestionarios, las preguntas exigieron que el alumno tuviera el conocimiento químico necesario y lo aplicara para explicar el fenómeno químico propuesto en las mismas.

Al comienzo del estudio un alto porcentaje de los alumnos se encontraban en el nivel bajo de puntuación en ambas carreras. A Inicio 2010, los resultados en *EFC* fueron los más bajos de las tres *sub-competencias* investigadas.

Entre los resultados iniciales y finales de la muestra en esta *sub-competencia*, centrada en la aplicación de conceptos científicos, hubo variaciones: avances y retrocesos en los porcentajes de alumnos en los distintos niveles de rendimiento.

De los análisis realizados en ambas carreras, se detectan progresos en los resultados entre el inicio y la finalización del estudio. Sin embargo, se

percibe una coincidencia en el nivel bajo en donde perduró un porcentaje nada despreciable de alumnos en ambas carreras (33%). A pesar de los avances, es la *sub-competencia* con los resultados más bajos al finalizar la investigación.

Los alumnos mostraron la capacidad de explicar, por ejemplo, que la fuente de los gases que contribuyen a la lluvia ácida son los agentes contaminantes atmosféricos que contienen azufre y nitrógeno. La pregunta que indagó esta cuestión en Bioquímica reveló resultados muy buenos a Inicio 2010. A Fin 2010 se observaron valores más bajos y luego, desde Fin 2011 en adelante, los mismos mejoraron. En Biotecnología inicialmente los resultados fueron muy bajos y mejoraron paulatinamente.

En los cuestionarios se solicitó la interpretación, explicación y aplicación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) y los modelos de representación macroscópica y microscópica (modelo atómico-molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos (Johnstone, 1982).

En general, a lo largo del estudio, en las preguntas en donde se suministró la ecuación química y/o las representaciones macro y microscópica y se solicitó la explicación, se obtuvieron mejores resultados que en aquellas en las que el alumnado debía escribir y explicar las ecuaciones químicas que simbolizan las reacciones y/o dibujar las representaciones. Por ejemplo, a Fin de 2012 (pregunta 4 de lluvia ácida), cuando se pidió que escribieran y explicaran los equilibrios ácido-base que tienen lugar en la acidificación de la lluvia -a partir de la disolución reversible del dióxido de azufre en agua e indicando las ecuaciones químicas correspondientes- los alumnos con bajo rendimiento en esta *sub-competencia*, no lograron escribir simbólicamente la formación del ácido sulfúrico a partir del dióxido de azufre.

De lo indicado en los párrafos precedentes, se infiere que los estudiantes tuvieron dificultades en realizar las representaciones simbólica y/o microscópica, no así en la interpretación de las mismas. Incluso dadas las ecuaciones químicas, aplicaron satisfactoriamente conocimientos de equilibrio químico (Cuestionario Fin 2011, pregunta 8 de lluvia ácida).

Efectivamente se produjo un avance en la utilización del lenguaje simbólico. Inicialmente muchas preguntas de este tipo no fueron respondidas, o bien, incluyeron errores en la nomenclatura o en el balance de la ecuación química. Sin embargo hay que destacar que a Fin 2012 persistieron problemas relacionados con la representación macro y microscópica.

Se considera necesario que estas habilidades, que permiten utilizar representaciones para comprender los fenómenos químicos, se trabajen a lo largo de los diferentes cursos y en diferentes contextos.

Cuando se solicitaron las definiciones de ácidos, inicialmente, se obtuvieron respuestas con resultados muy bajos. Luego, los resultados mejoraron de manera poco significativa. Al final del estudio solamente se obtuvieron respuestas que definieron a un ácido como dador de protones (una teoría similar a la de Arrhenius, sin aclarar el medio acuoso o no). En estas definiciones no se relacionaron características relevantes del las

propiedades de las sustancias, ni los tipos de átomos y enlaces intervinientes.

A Fin 2010 ya hubo un progreso en términos del concepto de pH y no se detectaron inconvenientes más adelante con su explicación.

La identificación de tipos de reacciones oxidación – reducción y de sustitución en diferentes situaciones, supuso un avance importante con la instrucción, respecto a los resultados iniciales.

Dichos resultados permiten inferir que el desarrollo en esta *sub-competencia* requiere mayor integración y más aplicación, en situaciones diversas, de los modelos de representación utilizados en la enseñanza y aprendizaje de la Química.

- *Utilizar pruebas científicas, UPC:*

Esta tercera *sub-competencia* abarca las siguientes acciones: *interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones, identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones y reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos.*

Para indagar la utilización de las pruebas científicas, las preguntas en los cuestionarios solicitaron al alumno que interpretara y utilizara la información proporcionada para extraer conclusiones pertinentes. Es decir, que sus afirmaciones estuvieran corroboradas con los datos proporcionados, o bien que las conclusiones se derivaran de la información aportada.

Entre los resultados iniciales y finales de la muestra en esta *sub-competencia*, centrada en las evidencias y la argumentación, hubo variaciones en los porcentajes de los alumnos en los distintos niveles de rendimiento.

En términos generales, en ambas carreras, se puede observar, con el correr del tiempo, una disminución de los porcentajes de alumnos en los niveles máximo y bajo de puntuación y un importante aumento en el nivel medio. Cabe destacar que a finales del estudio los porcentajes en el nivel máximo no volvieron al nivel inicial. Asimismo, no hubo alumnos con bajo nivel de puntuación.

Varios elementos de información, con los cuales un alumno puede llegar a una conclusión, acompañaron a las preguntas. Por ejemplo, los datos (*pruebas*) se suministraron en diferentes formatos solos o combinados entre sí: gráficas, diagramas, imágenes, tablas, esquemas y textos.

Para interpretar correctamente los gráficos hubo que comprender de forma clara cuáles eran las variables representadas en el mismo y su relación. Los alumnos mostraron mayor dificultad para captar los datos expuestos en gráficos y tablas que aquellos presentados en otros formatos. Los resultados expresan un sensible retroceso entre Inicio 2010 y Fin 2010 en este tipo de actividad y luego una leve mejoría para los años siguientes.

En los ejercicios de elección múltiple, algunas opciones de las respuestas presentaron afirmaciones probablemente verdaderas que, sin embargo, no se sustentaron en la información proporcionada previamente. Por lo tanto, las preguntas permitieron medir la capacidad de distinguir

entre afirmaciones probables y afirmaciones demostradas. En este tipo de ejercicio el alumnado comenzó inicialmente con buenos resultados, luego hubo una regresión a Fin 2010, posiblemente por la asociación con un tipo de gráfica que pudo haber resultado más compleja que las habituales. Posteriormente, se produjo un avance respecto de este año pero no del inicial. Hay que destacar que a lo largo del estudio persistieron muchas carencias a la hora de explicar o justificar las elecciones entre las opciones múltiples.

Los resultados permiten inferir un retroceso en los niveles de rendimiento en esta *sub-competencia*.

Respondiendo a la pregunta C.1.3.4, y de acuerdo con las conclusiones aquí expresadas, las *sub-competencias científicas* que orientan sobre las prioridades para una enseñanza de calidad son:

- *Utilizar pruebas científicas.*
- *Explicar fenómenos científicamente.*
- *Identificar cuestiones científicas.*

• Para la quinta pregunta C.1.3.5. ***Ciertas características del contexto sociocultural de los alumnos, ¿influyen en el rendimiento de la competencia científica?***

Las características tomadas en consideración como la procedencia, la edad, el género, los factores institucionales (carácter y modalidad de Escuela Secundaria) y factores del entorno familiar (estudios y ocupación de los padres), no influyeron a la hora de explicar las diferencias en el rendimiento.

Posiblemente, como los contenidos en la ciencia son comunes en los estudios secundarios, tanto de gestión pública como privada, independientemente de la modalidad elegida, no se percibió ninguna influencia de estos factores en el rendimiento de la *competencia científica*.

• Para la sexta pregunta C.1.3.6. ***¿Cómo se relacionan el rendimiento académico con el correspondiente en la competencia científica?***

Sin establecer generalizaciones, con los resultados expuestos, pueden señalarse las siguientes conclusiones:

- Según el apartado C.3.6.1, las *notas* de acceso a la Universidad en las carreras de Bioquímica y Biotecnología obtenidas en el Curso de Articulación de Química no se asociaron con los niveles *rendimiento total en competencia científica, RTCC*, obtenidos en el comienzo de la investigación (Inicio 2010).

- Según el apartado C.3.6.2, los niveles de *rendimiento total en competencia científica, RTCC*, se asociaron favorablemente con las *notas* promedios de las asignaturas de Química correspondientes al Ciclo Básico en ambas carreras.

Implicaciones

Además de lo que ya se hace bien en estos momentos, una de las implicaciones de este estudio podría ser el alertar sobre la necesidad de mejorar el rendimiento de las *sub-competencias* citadas proponiendo que en la instrucción de ciertos temas relevantes para los perfiles profesionales de los bioquímicos y biotecnólogos, se prioricen los siguientes aspectos:

- *Utilizar pruebas científicas*: interpretar las evidencias científicas a partir de distintos formatos de presentación e insistir en la elaboración y comunicación de conclusiones basadas en pruebas científicas. Identificar los supuestos, evidencias y razonamientos que fundamentan las conclusiones.

- *Explicar fenómenos científicamente, EFC*: adquirir nuevos conocimientos. Insistir en las explicaciones científicas de los hechos, haciendo énfasis en la integración y aplicación de modelos (utilizados en la enseñanza y aprendizaje de la Química) y del conocimiento de conceptos científicos. Escribir las ecuaciones químicas que simbolizan las reacciones y dibujar las representaciones. Describir o interpretar fenómenos y predecir cambios. Todo lo anteriormente citado aplicado a diferentes situaciones contextualizadas, que interesen para la ciencia, la tecnología y la sociedad.

- *Identificar cuestiones científicas, ICC*: utilizar el conocimiento científico para identificar problemas que son posibles de investigar científicamente. Conocer las principales características de una investigación: el método, su control, identificar variables y su relación. Reconocer palabras clave para realizar una búsqueda de información.

Para que estos aspectos mejoren efectivamente se coincide con Flick, Morrell, Wainwright & Schepige (2009). Estos autores, en su estudio longitudinal de prácticas de enseñanza, señalan que los docentes, en sus prácticas, deben dejar claros y comunicar a los estudiantes cómo determinadas estrategias de instrucción intentan conscientemente desarrollar competencias a largo plazo y transferirlas a nuevas situaciones.

Según Goñi Zabala (2005), el círculo curricular tiene tres grandes ejes: competencias, tareas y evaluación. Según este autor las tareas deben desarrollarse en términos de coherencia entre las competencias que se desean lograr, las tareas que se plantean para aprender y las que se proponen para evaluar.

Las implicaciones que este nuevo enfoque genera sobre el trabajo del profesorado en general y sobre la docencia en particular, ponen de manifiesto que la evaluación ha de ser coherente con el resto de elementos del diseño formativo y, en consecuencia, ha de llevar asociadas actividades evaluativas por competencias. (Gijbels, Van de Watering & Dochy, 2005).

Para que los alumnos desarrollen competencias no se puede obviar un trabajo en las aulas orientado a esta finalidad. Esto requiere incorporar cambios a la práctica docente. En este contexto, son muchos los trabajos que vienen centrando su interés en las implicaciones pedagógicas en la Universidad. De Miguel (2006), Blanco (2009) y Biggs y Tang (2011), reflexionan sobre las propias competencias y sobre cómo pueden ser desarrolladas en la educación superior.

Se acuerda con Addy y Blanchard (2010), en la necesidad de alentar en la Universidad una mayor colaboración entre los departamentos de ciencias y los profesionales capacitados en la educación científica.

Pensar en las competencias que un estudiante debería adquirir en la Universidad, supone una reflexión acerca de las aportaciones que cada uno de ellos ha de ser capaz de ofrecer a la sociedad –como profesional– al terminar sus estudios.

Los procedimientos de evaluación vigentes favorecen en el alumno un ajuste estratégico de su enfoque. Es probable que con estos procedimientos se logren efectos contrarios a los objetivos de la educación universitaria: estudiar para aprobar en lugar de estudiar para saber, aprender y aplicar lo aprendido. Es de esperar que una intervención dirigida a modificar los procedimientos de evaluación tenga efectos sobre los enfoques de aprendizaje así como en la modificación de estrategias y enfoques de enseñanza.

Evaluar la *competencia científica* es un reto importante pues exige un difícil cambio de perspectiva. En este sentido, parece necesario cambiar las estrategias y producir una transformación en el sistema de enseñanza y aprendizaje. Esto no implica que todas las actividades que se realizan en la enseñanza tradicional, tales como clases magistrales, exposiciones, prácticas de laboratorio, talleres, seminarios, exámenes, etc. sean eliminadas, pero se requiere una formación didáctica de los docentes que les capacite para mejorar, al menos, algunas de sus propias prácticas. Sin lugar a dudas, estos cambios demandarán mayor tiempo y trabajo y, eventualmente, contar con un equipo de apoyo. Por ello, es importante que las instituciones tengan una política de enseñanza-aprendizaje-evaluación, infraestructuras y recursos humanos que propicien el cambio, cuya metodología dependerá, de las características de cada institución.

Asimismo, los planes de estudios en la educación superior deben cumplir con las necesidades de las diversas partes interesadas y deben responder a los contextos dinámicos locales, nacionales e internacionales. Esto crea problemas para su evaluación. El tiempo prolongado que requiere la revisión de un currículo universitario, la duración de los programas de grado y la demora en la disponibilidad de indicadores objetivos, significan que los resultados pueden ser obsoletos antes de que una evaluación pueda ser completada (Harris, Driscoll, Lewis, Matthews, Russell & Cumming, 2010). Por lo expresado, es importante el potencial de la evaluación para establecer una comunicación eficaz entre los estudiantes, el personal docente y los administradores, lo que garantiza una coincidencia entre el plan de estudios previsto, implementado y logrado.

Las demandas de la universidad del Siglo XXI, han de ser vistas como retos y desafíos para los docentes, responsables e instituciones universitarias, pero también como una importante oportunidad de cambio para la enseñanza universitaria de la Química (Benarroch Benarroch, 2010).

Nuevas líneas de trabajo

Atendiendo a las dificultades descubiertas en el aprendizaje de la *competencia científica*, desde el punto de vista del estudio Pisa 2006, se puede pensar en nuevas líneas de trabajo:

- Iniciar desarrollos curriculares (que puedan ayudar a los alumnos a mejorar su *competencia científica*), a pequeña escala, unidos con una investigación en profundidad sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Éstos puedan ser desarrollados y evaluados en colaboración entre investigadores y profesores.

- Investigar las percepciones de los profesores acerca de: el interés y la importancia de enseñar y desarrollar la *competencia científica* en su asignatura y en la carrera universitaria en donde la imparte.

- Indagar las percepciones de los alumnos acerca de las asignaturas de las carreras y su relación con la *competencia científica*.

- Elaborar un proyecto que tenga como objetivo diseñar materiales que desarrollen la *competencia científica* y así facilitar la labor de los profesores.

- Estudiar los niveles epistémicos en las argumentaciones, cuando los alumnos responden preguntas abiertas.

- Validar los cuestionarios utilizados mediante métodos externos, facilitaría el seguimiento de los resultados de las innovaciones adoptadas.

- Establecer perfiles específicos para la resolución de problemas. Estos perfiles se pueden utilizar para crear nuevos tipos de tareas con distinto grado de dificultad y comparar los resultados (Stawitz, Rumann, Fleischer & Wirth, 2010).

- Estudiar cualitativamente cada uno de los tipos de respuestas a lo largo del tiempo. El análisis de los tipos de errores que cometen los estudiantes permitiría hacer una reflexión concreta sobre las fuentes de dificultades que encuentran los estudiantes. Asimismo, el estudio y reflexión del efecto de los distractores en las preguntas de respuesta múltiple informarían y aclararían malentendidos.

- Realizar un estudio longitudinal de *competencia científica*, de carácter cualitativo y/o cuantitativo, durante toda la duración de la carrera universitaria.

- Investigar la *competencia científica* según el criterio PISA 2006 (OCDE, 2008), de los graduados.

Se considera que el proceso de enseñanza y de aprendizaje es complejo, aún en la Universidad. Los resultados que se han obtenido en este estudio han hecho aparecer nuevas preguntas que podrán ser objeto de estudio en futuras investigaciones en pos de mejorar el desarrollo de la *competencia científica* en este nivel educativo.

Se cree que es importante, en particular, analizar con más detalle algunos elementos que influyen en el desarrollo de cada *sub-competencia*, como, por ejemplo, el uso de pruebas científicas para elaborar y comunicar una conclusión, la utilización de modelos para las explicaciones de fenómenos científicos o qué características de las actividades experimentales pueden favorecer la motivación del alumno para desear

saber, preguntarse y buscar maneras de encontrar respuestas, es decir, para identificar cuestiones científicas.

Además, las indagaciones realizadas hasta ahora han sido en clases de Química y con alumnos del Ciclo Básico. Para poder discutir más en profundidad sobre la influencia de la instrucción que se imparte, se debe llevar a cabo estudios tanto longitudinales como transversales en distintos períodos de la formación universitaria y en diferentes asignaturas.

A partir de los resultados que se pudiesen obtener desde las nuevas líneas de investigación antes propuestas, se podría reflexionar con fundamento sobre cuáles son los perfiles competenciales que se desean para los futuros graduados universitarios. En definitiva, sobre las perspectivas de la Educación en América Latina (Tuning Project, 2007).

Limitaciones

En la presente investigación se constataron datos sobre la medida en que los estudiantes han adquirido la *competencia científica*, durante los tres años de estudio correspondientes al Ciclo Básico de las carreras de Biología y Biotecnología. Este desarrollo supuso un mayor porcentaje de alumnos que pasase a niveles de rendimiento mayores. Posiblemente, para el nivel medio, el criterio aceptable propuesto, correspondiente al 50% de respuestas correctas, resultó un tanto bajo.

Se tiene conciencia de que, la replicación de las investigaciones es necesaria para proporcionar tanto la justificación y aclaración de las limitaciones. En diferentes ambientes de aprendizaje, con distintos estudiantes y profesores razonablemente se espera que se produzcan resultados diferentes. Lo que parece bien establecido, sin embargo, es que se puede favorecer una reflexión para influir en la enseñanza y en el aprendizaje a través de un replanteamiento de la evaluación.

Una investigación más amplia sobre la evaluación y evolución de la *competencia científica* de los alumnos, podría proporcionar una mayor comprensión de las dificultades de los estudiantes y recursos de los docentes a la hora de desarrollar y mejorar las mismas.

En la última década el interés de la investigación se ha centrado en la perspectiva del aprendizaje como un proceso dinámico y social. Sin embargo, el valor de estas investigaciones depende de la naturaleza de los instrumentos de investigación escogidos. La realización de cuestionarios y/o entrevistas a los estudiantes antes y después de la instrucción son necesarios, pero no suficientes. Es preciso investigar el proceso de enseñanza y aprendizaje que se da en las propias aulas y potenciar una mayor comunicación y colaboración entre investigadores y profesores (De Jong, 2000).

Aún así, consideramos que el análisis realizado en este estudio de los niveles de *competencia científica* permite facilitar el diagnóstico de los aspectos que necesitan atención en las carreras universitarias aquí estudiadas.

Finalmente, de acuerdo con Domínguez Castiñeiras (2000):

Consideramos necesario fomentar en el profesorado el interés, la ilusión, la autocrítica y la sensibilidad por mejorar lo que constituye su labor diaria y la justificación del sentido profesional de su trabajo.

El hecho de haber trabajado en esta experiencia constituye -más allá de cualquier resultado- una satisfacción y enriquecimiento personal y profesional que difícilmente se puede plasmar en unas palabras. (p.699)



BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A. (2005): TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301.
- Addy, T. M. & Blanchard, M. R. (2010) The Problem with Reform from the Bottom up: Instructional practises and teacher beliefs of graduate teaching assistants following a reform-minded university teacher certificate programme. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1045-1071.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Londres: Harvard University Press.
- Aron, A. & Aron, E. (1999). *Statistics for Psychology*. USA: Prentice Hall Inc.
- Atkins, P. y Jones, L. (2006). *Principios de Química: los caminos del descubrimiento*. Edición número 3. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S. A.
- Ausubel, D. P.; Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa*. México: Trillas.
- Bárcenas, S. L.; Calatayud, M. L. y Furió, C. (1997). Dificultades en el aprendizaje y en la enseñanza de las reacciones ácido-base. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, 167-168.
- Barker, V. & Millar, R. (1999). Students' Reasoning about Chemical Reactions: What Changes Occur During a Context-Based Post-16 Chemistry Course? *International Journal of Science Education*, 21(6), 645-665.
- Bartholomew, H.; Osborne, J. & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students "ideas-about-science": Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655-682.
- Benarroch Benarroch, A. (2010). Conferencia Plenaria. Aportes de la investigación en la enseñanza-aprendizaje de la química para afrontar los desafíos de la universidad del siglo XXI. *Revista FABICIB*, 1(14), 9-33.
- Ben-Zvi, R.; Eylon, B. S. & Silberstein, J. (1987). Students' visualisation of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24(4), 117-120.
- Ben-Zvi, R.; Eylon, B. S. & Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 25(3), 89-92.
- Berg, C. A. & Smith, P. (1994). Assessing students' abilities to construct and interpret line graphs: Disparities between multiple-choice and free-response instruments. *Science Education*, 78(6), 527-554.
- Bericat, E. (1998). *La Integración de los Métodos cuantitativos y cualitativos en la Investigación social*. Barcelona: Ariel.

- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. Fourth Edition. Glasgow: McGraw-Hill.
- Bisquerra Alzina, R. (Ed.). (2004). *Metodología de la investigación educativa*. 1º Ed. Madrid: La Muralla.
- Blanco, A. (2009). *Desarrollo y Evaluación de competencias en Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Bridle, C. A. & Yeziarsky, E. J. (2012). Evidence for the Effectiveness of Inquiry-Based, Particulate-Level Instruction on Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*, 89(2), 192-198.
- Brown, J. S.; Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brown, S. y Glasner, A. (Ed.) (2003). *Evaluar en la universidad. Problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea.
- Brown, T. L.; Bursten, B. E.; Lemay H. E. y Murphy, C. J. (2009). *Química. La Ciencia Central*. 11ª edición. México: Editorial Pearson Prentice-Hall
- Bunge, M. (1981). *La Ciencia: su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth NH: Heinemann.
- Caamaño, A. (2003). La enseñanza y aprendizaje de la química. En M. P. Jiménez Aleixandre (coord.), *Enseñar Ciencias*. (pp. 203-228). Barcelona: Graó.
- Caamaño, A. (2011). La Química en el Bachillerato: por una Química en Contexto. En A. Caamaño (coord.), *FÍSICA Y QUÍMICA. Complementos de formación disciplinar. Vol. I*. (pp. 149-170). Barcelona: Graó.
- Caamaño, A. y Guitart, F. (2011). Unidades Didácticas y Proyectos de Calidad en la Enseñanza de la Química. En A. Caamaño (coord.), *FÍSICA Y QUÍMICA. Investigación, innovación y buenas prácticas. Vol. III*. (pp. 59-84). Barcelona: Graó.
- Cano García, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 1-16. Obtenido de: <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev123COL1.pdf> [2012, Marzo 14].
- Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En A. Caamaño (coord.), *Didáctica de la Física y la Química* (pp. 35-55). Barcelona: Graó.
- Cañas, A.; Martín-Díaz, M. J. y Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- Carlton, T. S. (1997). Why and how to teach acid-base reactions without equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 74(8), 939-941.

- Carroll, M. K. (2013). Moving from Recommendations to Innovations: Increasing the Relevancy and Effectiveness of Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 90 (7), 816-819.
- Cartrette, D. P. & Mayo, P. M. (2011). Students' understanding of acids/bases in organic chemistry contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 29-39.
- Chamizo, J. A. & Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 51, 9-19.
- Chang, R. (2010), *Química*. 10ª Edición. México: Editorial Mcgraw-Hill.
- Cheung, D. (2005). Investigating: Toothpastes through Inquiry-Based Practical Work. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 42 (3), 31-37. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.3200/SATS.42.3.31> [2011, Septiembre 18].
- Childs, P. E. & Sheehan, M. (2009). What's Difficult about Chemistry? An Irish Perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 204-218.
- Cohen, L. y Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Colás Bravo, M. P. y Buendía Eisman, L. (1998). *Investigación educativa*. 3ª Ed. Sevilla: Alfar.
- Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de Innovación Educativa*, 161, 34-39.
- Cook, M.; Wiebe, E. N. & Carter, G. (2008). The Influence of Prior Knowledge on Viewing and Interpreting Graphics with Macroscopic and Molecular Representations. *Science Education*, 92, 848-867.
- Cooper, M. M.; Elzerman, A. W. & Lee, C. M. (2001). Teaching Chemistry in the new century: Environmental Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 78(9), 1169.
- Cooper, M. M.; Grove, N.; Underwood, S. M. & Klymkowsky, M. W. (2010). Lost in Lewis structures: an investigation of student difficulties in developing representational competence. *Journal of Chemical Education*, 87(8), 869-874.
- Cooper, M. M.; Underwood, S. M.; Hilley, C. Z. & Klymkowsky, M. W. (2012). Development and assessment of a molecular structure and properties learning progression. *Journal of Chemical Education*, 89(11), 1351-1357.
- Cortada de Kohan, N. (1994). *Diseño Estadístico. Para investigadores de las Ciencias Sociales y de la Conducta*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Crujeiras Pérez, B. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando experimentos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, 12-19.

- De Jong, O. (2000). Crossing the borders: Chemical education research and teaching practice. *University Chemistry Education*, 4(1), 31-34.
- De Miguel, M. (coord.) (2006). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias*. Madrid: Alianza Editorial.
- De Pro Bueno, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 411-429.
- De Pro Bueno, A. (2007). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 53, 10-21.
- De Pro, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. En A. Caamaño (coord.), *Didáctica de la Física y la Química. Vol. II*. (pp. 13-33). Barcelona: Graó.
- De Pro, A. (2012). Presentación de la monografía: Hacia la competencia científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 5-8.
- De Vos, W. & Pilot, A. (2001). Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*, 78(4), 494-499.
- Dehaan, R. (2005). The impending revolution in undergraduate science education. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 253-269.
- Delgado Acosta, M^a.C. (2002). Los Indicadores Educativos. Estado de la Cuestión y uso en Geografía. *Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 7(354). Obtenido de: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-354.htm> [2010, Junio 28].
- Departamento de Matemática, FBCB – UNL. (2010). *Informe Técnico: Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología (FBCB) – Licenciatura en Administración de Salud (ESS) –Arquitectura (FADU) Ingeniería en Recursos Hídricos (FICH)*. (Proyecto PICTO 35715: Calidad del acceso, permanencia y deserción de los alumnos que tienen matemática en su carrera de grado. Deserción temprana y tardía en la Universidad: búsqueda de indicadores). Santa Fe, Argentina: Departamento de Matemática, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral.
- Dewprashad, B.; Kosky, C.; Martin, C. L. & Vaz, G. S. (2004). Using clinical cases to teach General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 81(10), 1471- 1472.
- DINIECE - MEN (n.d.). *Informe Nacional PISA 2006. Programa Internacional para la Evaluación de los Estudiantes*. Obtenido de: http://diniece.me.gov.ar/images/stories/diniece/evaluacion_educativa/internacionales/Inf-ReultadoPISA-2006.pdf [2009, Marzo 17].
- Domenech, V. (2003). El proyecto PISA. Un proyecto internacional para la búsqueda de indicadores de rendimiento. *Alambique. Didáctica de las*

Ciencias Experimentales. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 37, 19-32.

- Domínguez Castiñeiras, J. M. (2000). *Evolución de las formas de hacer y de pensar sobre un sistema material, en el marco de la termodinámica y del modelo de partículas. Estudio mediante Esquemas de acción y de razonamiento*. Tesis doctoral, Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais, Facultade de Ciencias da Educación, Universidade de Santiago de Compostela.
- Domínguez Castiñeiras, J. M. (editor); Odetti, H. S.; García Barros, S.; Cajaraville Pegito, J. A.; Falicoff, C. B. y Ortolani, A. E. (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias: fundamentos y planificación*. Santa Fe: Ediciones Universidad Nacional del Litoral.
- Domínguez Castiñeiras, J. M.; Falicoff, C. B.; Ortolani, A. E.; Húmpola, P. D. y Odetti, H. S. (2008). Construcción, implementación y evaluación de secuencias de enseñanza en los temas: Gases y Disoluciones. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(3), 196 – 209.
- Domínguez Castiñeiras, J. M.; Odetti, H. S.; Falicoff, C. B. y Ortolani, A. E. (2012). Aplicación de una propuesta de enseñanza sobre el tema Disoluciones en la escuela secundaria. Un estudio de caso. *Revista Educación Química*. XXIII (2), pp. 212-221. UNAM: México. *Revista Educación Química en Línea*. Obtenido de: http://educacionquimica.info/articulo.php?Id_articulo=1310 [2012, Marzo 18].
- Dori, Y. J. & Hameiri, M. (2003). Multidimensional Analysis System for Quantitative Chemistry Problems: Symbol, Macro, Micro, and Process Aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(3), 278-302.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-119.
- Duis, J. M. (2011) Organic Chemistry Educators' Perspectives on Fundamental Concepts and Misconceptions: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 346–350.
- European Union (2006). Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union, 30–12–2006, L394/10–L394/18. Obtenido de: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:en:PDF> [2011, Septiembre 18]
- Falicoff, C. B; Ortolani, A. E.; Odetti, H. S y Domínguez-Castiñeiras, J. M (2008). Secuencia de enseñanza sobre el tema Disoluciones: resultados de su aplicación. En M R. Jiménez Liso (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 899-917). Almería (Spain): Ed. Univ. Almería.
- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M.; Odetti, H. S. & Güemes, R. O. (2011). Students' Science Competences at the School of Biochemistry and Biological Sciences -UNL- Argentina. En C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (Eds.), *E-Book Proceedings of the European*

Science Education Research Association (ESERA) 2011 Conference, Lyon France. Science learning and Citizenship Strand 10: Evaluation and assessment of student. (pp.30-36). Obtenido de: http://lsg.ucy.ac.cy/esera/e_book/base/index.html [2012, Marzo 23].

- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M. y Odetti, H. S. (2012). Evaluación de las competencias científicas de alumnos de primer año de facultad. En Domínguez-Castiñeiras, J. M. (Ed.), *Actas de la Asociación española de profesores e investigadores en didáctica de las ciencias experimentales. XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.309-316). Obtenido de: <http://www.apice-dce.com/?q=node/95> [2012, Diciembre 12].
- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M.; Odetti, H. S. y Güemes, R. O. (2012). Propuesta de evaluación de competencias científicas para estudiantes universitarios de Química. *The Journal of the Argentine Chemical Society. Anales de la Asociación Química Argentina*, 99, 1-2.
- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M. y Odetti, H. S. (2013). Desarrollo de Competencias Científicas de Estudiantes Universitarios en el Ciclo Básico de la Carrera de Bioquímica. *Educación en la Química en línea*, 19(1), 44-65.
- Falicoff, C. B.; Domínguez-Castiñeiras, J. M. y Odetti, H. S. (en prensa). Competencias científicas de estudiantes que ingresan y egresan de la Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Ferrán Aranaz, M. (2001). *SPSS para Windows. Análisis estadístico*. Madrid: McGraw-Hill.
- Figueruelo, J. E. y Dávila, M. M. (2004). *Química Física del Ambiente y de los Procesos Medioambientales*. Barcelona: Reverté S. A.
- Flick, L. B.; Morrell, P. D.; Wainwright, C. & Schepige, A. (2009). A Cross Discipline Study of Reformed teaching by University Science and Mathematics Faculty. *School Science and Mathematics Journal*, 109(4), 197-211.
- Furió-Más, C.; Calatayud, M. L.; Guisasola, J. & Furió-Gómez, C. (2005). How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers. *International Journal of Science Education*, 27(11), 1337-1358.
- Furió-Más, C.; Calatayud, M. L. & Bárcenas, S. L. (2007). Surveying students' conceptual and procedural knowledge of acid-base behavior of substances. *Journal of Chemical Education*, 84(10), 1717-1724.
- Gabel, D. L.; Samuel, K. V. & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.
- Gabel, D.L. (1993). Use of particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70, 193-194.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.

- Garnett, P. J. & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Garnett, P. J. & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 121-142.
- Garrido Romero, J. M.; Perales Palacios, F. J. y Galdón Delgado, M. (2008). *Ciencia para educadores*. Madrid: Pearson - Prentice Hall.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*, 21(1), 2-15.
- Gijbels, D.; Van de Watering, G. & Dochy, F. (2005) Integrating assessment tasks in a problem-based learning environment. *Assessment and evaluation in higher education*, 30, 73-86.
- Gil Pérez, D. (1993). Contribución de la Historia y Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, Extraordinario, 295-311.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of 'Context' in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. F. (Eds.) (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. Dordrecht: Springer. DOI: 10.1007/978-1-4020-8872-8_1.
- Gilbert, J. K.; Bulte, A. M. W. & Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.
- Goñi Zabala, J. M.^a (2005). *El espacio europeo de educación superior, un reto para la universidad*. Barcelona: Octaedro.
- Gorard, S. & See, B. H. (2009). The impact of socio-economic status on participation and attainment in science. *Studies in Science Education*, 45 (1), 93-129. DOI: 10.1080/03057260802681821.
- Harlen, W. (2002). Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OCDE para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 209-216.
- Harris, L.; Driscoll, P.; Lewis, M.; Matthews, L.; Russell, C. & Cumming, S. (2010). Implementing Curriculum Evaluation: Case Study of a Generic Undergraduate Degree in Health Sciences. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(4), 477-490.
- Harrison, J. K. (2005). Science Education and Health Education: locating the connections. *Studies in Science Education*, 41(1), 51-90.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), pp. 645-670.

- Izquierdo Aymerich, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4-6), 115-136.
- Jacobsen, E. K. (2004). JCE Resources for Chemistry: Health and Wellness. *Journal of Chemical Education*, 81(10), 1390-1396.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En: F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. (pp.165-186). España: Marfil.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave, Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Editorial GRÃO.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Argumentar y usar pruebas en clase de ciencias. En J. A. M. P. (Ed.), *Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica* (pp. 6-15). Madrid: Ediciones del Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa.
- Jiménez, R.; De Manuel, E.; Salinas, F. (2002). Los procesos ácido-base en los textos actuales y antiguos (1868-1955). *Educación Química*, 13(2), 90-100.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Johnstone, A. H. (2000). Developing student' understanding of chemical change: what should we be teaching? *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 77-90.
- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29.
- Jones, M. B. & Miller, C. R. (2001). Chemistry in the real world. *Journal of Chemical Education*, 78(4), 484-487.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- Kauffman, G. B. (1988). The Brønsted-Lowry acid-base concept. *Journal of Chemical Education*, 65(1), 28-31.
- Kolb, D. (1978). Acids and Bases. *Journal of Chemical Education*, 55(7), 459-464.
- Labate, H. (2007). Science education: a (pending) chapter in the curriculum transformation in Argentina. *Prospects*, 37(4), 469-488. DOI 10.1007/s11125-008-9045-2.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Obtenido de:

<http://books.google.com.ar/books?id=CAVIOrW3vYAC&printsec=frontcover&dq=situated+learning+legitimate+peripheral+participation&cd=1#v=onepage&q&f=false> [2010, Marzo 14].

- Ledesma, L.; Ibáñez, G. y Mora, P. (2002). Análisis de la consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: un programa basado en gráficos dinámicos. *Psico-USF*, 7(2), 143-152.
- Leinhardt, G.; Zaslavsky, O. & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs and graphing: tasks, learning and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1-64.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.
- León, O. G. (2003). Diseños "ex pos facto". En León, O. G. y Montero, I., *Métodos de investigación en Psicología y Educación*. (pp. 359-394). Madrid: Mc Graw Hill.
- Lopes, F. S.; Coelho, L. H. G. & Gutz, I. G. R. (2010). Unraveling the role of sulfur compounds in acid rain formation: experiments on a wetted glass pH electrode. *Journal of Chemical Education*, 87(2), 157-161.
- Luft, J. A.; Kurdziel, J. P.; Roehrig, G. H. & Turner, J. (2004). Growing a garden without water: Graduate teaching assistants in introductory science laboratories at a doctoral/research university. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 211-233.
- Mandler, D.; Mamlok-Naaman, R.; Blonder, R.; Yayon, M. & Hofstein, A. (2012). High-School Chemistry Teaching through Environmentally Oriented Curricula. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 80-92.
- Marchena González, C. (2008). *¿Cómo trabajar las competencias básicas?* Sevilla: Fundación ECOEM.
- Marco Stiefel, B. (2008). *Competencias Básicas. Hacia un nuevo paradigma educativo*. Madrid: NARCEA-MEPSYD.
- Marks, G. N. (2006). Are between- and within-school differences in student performance largely due to socio-economic background? Evidence from 30 countries. *Educational Research*, 48(1), 21-40.
- Mateo Andrés, J. (2004). La investigación ex post-facto. En Bisquerra Alzina, R. (Ed.). *Metodología de la investigación educativa*. 1º Ed. (pp. 196-230). Madrid: La Muralla.
- McIntosh, W. J. (2000). Beyond 2000: The changing face of undergraduate science education. *Journal of College Science Teaching*, 29(6), 379-380.
- McMillan, J.H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa: una introducción conceptual*. Madrid: Pearson Educación.
- MEC. Ministerio de Educación y Ciencia, Secretaria General de Educación. (2007). *PISA 2006 Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe Español*. Madrid: Secretaría General Técnica. Subdirección General de Información y Publicaciones.

- Millar, R. (1989). Constructive criticisms. *International Journal of Science Education*, 11(5), 587-596.
- Millar, R. (1996) Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, 77(280), 7-18.
- Millar, R. and Osborne, J. (eds.) (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. London: School of Education, King's College London. Obtenido de: <http://www.york.ac.uk/media/educationalstudies/documents/staff-docs/Beyond%202000.pdf> [2009, Enero 18]
- Monereo Font, C. y Pozo Municio, J. I. (2001). ¿En qué siglo vive la escuela? El reto de la nueva cultura educativa. *Cuadernos de Pedagogía*, 298, 50-55.
- Monereo, C. y Pozo, J. I. (2007). Competencias para (con)vivir con el siglo XXI. *Cuadernos De Pedagogía*, 370, 12-18.
- Monereo, C. (Coord.); Álvarez, I. M.; Canal, M.; Castelló, M.; Cerrato, P.; Corcelles, M.; Duran, D.; Gómez, I.; Lemus, R.; Núñez, M.; Serrano, S. y Vicente, L. (2009). *PISA COMO EXCUSA. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Barcelona: Graó.
- Nakhleh, M. B. & Krajcik, J. S. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077-1096.
- Nieda, J.; Cañas, A. y Martín-Díaz, M. J. (2012). ¿Cómo se colabora desde la competencia científica al desarrollo de las demás? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 46-53.
- Noh, T.L. & Scharmann, L.C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 199-217.
- Novak, J. D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-223.
- OCDE (2001). (2002 para la edición en español). *Conocimientos y aptitudes para la vida. Primeros resultados del programa internacional de evaluación de estudiantes (pisa) 2000 de la OCDE*. México: Santillana Educación S.A. de C.V.
- OCDE (2002). *Muestra de reactivos empleados en la evaluación PISA 2000. Aptitudes Para Lectura, Matemáticas y Ciencias*. México: Editorial Santillana. S.A.
- OCDE (2004). *Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas*. Madrid: MEC e INECSE.
- OCDE (2004). (2005 para la edición española). *Informe PISA 2003. Aprender para el mundo del mañana*. España: Santillana Educación S.L.

- OCDE (2006). *PISA 2006: Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Obtenido de: <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9806034E.PDF> [2009, Febrero 20].
- OCDE (2008). *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*. Madrid: Santillana Educación, S. L.
- OECD (2009). *PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Obtenido de: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf> [2010, Diciembre 10].
- OCDE (n.d.). El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve. Obtenido de: <http://www.oecd.org/dataoecd/58/51/39730818.pdf> [2009, Febrero 10].
- Odetti, H.; Ortolani, A.; Falicoff, C. & Domínguez Castiñeiras, J. M. (2009). Chemical reaction: a proposal for teaching high schools of Santa Fe, Argentina. *Journal of Science Education*, 10 (Special Issue), p. 147.
- Odetti, H.; Falicoff, C.; Ortolani, A. & Domínguez Castiñeiras, J. M. (2010). Educational Research and Teaching Practices in the Teaching of Chemistry at Secondary Schools in Argentina: a Particular Case of Construction of a Sequence on Dissolutions. In: M.F. Taşar & G. Çakmakcı (Eds.), *Contemporary science education research: teaching*. (pp. 1-9). Ankara, Turkey: Pegem Akademi.
- OECD (2005). *The definition and selection of key competences. Executive summary (DeSeCo)*. Obtenido de: <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf> [2010, Diciembre 18]
- OECD (2009). *PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. Obtenido de: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf> [2010, Diciembre 10].
- OECD (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Obtenido de: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/12/46643496.pdf> [2010, Diciembre 10].
- OECD (2013), *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, OECD Publishing. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en> [2013, Diciembre 05].
- OECD (2013). *PISA 2012 Results in Focus*. Obtenido de: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf> [2013, Diciembre 05].
- Oñorbe, A. (2008). Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Evaluación. En M. R. Jiménez Liso (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 52-66). Almería (Spain): Ed. Univ. Almería.

- Ortiz Nieves, E. L.; Barreto, R. & Medina, Z. (2012). JCE Classroom Activity #111: Redox Reactions in Three Representations. *Journal of Chemical Education*, 89(5), 643–645.
- Ortolani, A.; Falicoff, C.; Odetti, H. y Domínguez-Castiñeiras, J. M. (2009). Modelo didáctico de profesores de enseñanza media de Química: análisis de casos en el desarrollo del tema Disoluciones (Santa Fe, Argentina). *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 843-849. Obtenido de: <http://www.ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-843-849.pdf> [2010, Febrero 07]
- Osborne, J.; Erduran, S.; Simon, S. & Mon, M. (2001). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *School Science Review*, 8 (301).
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A Report to the Nuffield Foundation. King's College, London.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1991). *El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la Ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea.
- Pedrinaci Rodríguez, E. (coord.); Caamaño Ros, A.; Cañal de León, P.; de Pro Bueno, A. (2012). *11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Perez Tejada, H. (2007). *Estadística para las ciencias sociales del comportamiento y de la salud*. 3º Ed. Mexico: Cengage Learning Ed.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Postigo, Y. y Pozo, J. I. (1999). Hacia una nueva alfabetización: el aprendizaje de información gráfica. En J. I. Pozo y C. Monereo (Coords.), *El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo* (pp.251-267). Madrid: Santillana.
- Powers, D. C.; Higgs, A. T.; Obley, M. L.; Leber, P. A.; Hess, K. R. & Yoder, C. H. (2005). Analysis of natural buffer systems and the impact of acid rain. An environmental project for first-year chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 82(2), 274-277.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Prades, A. & Espinar, S. R.. (2010). Laboratory Assessment in Chemistry: An Analysis of the Adequacy of the Assessment Process. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(4), 449-461.
- Proyecto Tuning América Latina (2007). Obtenido de: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=content&task=view&id=171&Itemid=199> [2010, Mayo 14].
- Quílez Pardo, J. & Soláz Portolés, J. J. (1995). Students' and teachers' misapplication of Le Chatelier's principle: Implications for the teaching of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (9), 939-957.

- Quílez Pardo, J. y Sanjosé López, V. (1995). Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 72-80.
- Rakita, P. E. (2004). Dentifrice fluoride. *Journal of Chemical Education*, 81(5), 677-680.
- Robelia, B.; McNeill, K.; Wammer, K. & Lawrenz, F. (2010). Investigating the impact of adding an environmental focus to a developmental chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 87(2), 216-220.
- Rocha, A. L.; García Rodeja Fernández, E. y Domínguez Castiñeiras, J. M. (2000). Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico. *ADAXE – Revista de Estudios e Experiencias Educativas*, 16, 163-178.
- Rocha A. L. (2007). *Diseño de una propuesta didáctica y su contribución a la enseñanza y aprendizaje del tema Equilibrio Químico, para alumnos que ingresan en la Universidad*. Tesis doctoral, Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais, Facultade de Ciencias da Educación, Universidade de Santiago de Compostela.
- Rodríguez, S.; Fita, E. y Torrado, M. (2004). El rendimiento académico en la transición secundaria – universidad. *Revista de Educación*, 334, 391-414.
- Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.
- Sandin, P. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación Fundamentos y Tradiciones*. Madrid: McGraw Hill.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En: Perales Palacios, F. J. y Cañal de León, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 239-266). España: Marfil.
- Sanmartí, N. y Sardà, A. (2007). Luces y sobras en la evaluación de competencias. El caso PISA. *Cuadernos de Pedagogía*, 370, 60-63.
- Sanmartí, N. (2011). Evaluar para aprender, evaluar para calificar. En A. Caamaño (coord.), *Didáctica de la Física y la Química. Vol. II*. (pp. 193-214). Barcelona: Graó.
- Sanmartí, N. y Márquez Bargalló, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 27-36.
- Sarramona, J. (2004). *Las competencias básicas en la educación obligatoria*. Barcelona: ceac.
- Shön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós.
- Silverstein, T. P. (2011). Oxidation and Reduction: Too Many Definitions? *Journal of Chemical Education*, 88(3), 279-281.

- Stawitz, H.; Rumann, S.; Fleischer, J. & Wirth, J. (2010). Effects of task profiles on students performance in Pisa 2003. In M. F. Taşar & G. Çakmakcı (Eds.), *Contemporary science education research: international perspectives* (pp. 453-457). Ankara, Turkey: Pegem Akademi. Obtenido de: <http://lsg.ucy.ac.cy/esera/Book3.pdf> [2011, Enero 10].
- Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2(2), 123-158.
- Talanquer, V. (2013). Chemistry Education: Ten Facets To Shape Us. *Journal of Chemical Education*, 90(7), 832-838.
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Buenos Aires: Paidós.
- Tejedor Tejedor, F. J. y García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2007). Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de los profesores y alumnos). Propuestas de mejora en el marco del EEES. *Revista de Educación*, 342, 443-473.
- Tortora, G. J.; Funke, B. R. y Case, C. L. (2007). *Introducción a la Microbiología*. 9ª Edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.
- Treagust, D. F.; Chittleborough, G. & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Tuning Project (2007). *Informe Final del Proyecto Tuning América Latina: Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Obtenido de: http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&Itemid=191&task=view_category&catid=22&order=dmdate_publish_ed&ascdesc=DESC [2010, Mayo 14].
- Vivas, A. J. & Hevia, D. M. A. (2009). Professionalization in Universities and European Convergence. *Higher Education in Europe*, 34(3-4), 399-409.
- White, R. T. & Arzi, H. J. (2005). Longitudinal studies: designs, validity, practicality, and value. *Research in Science Education*, 35(1), 137-149.
- Whitten, K. W.; Davis, R. D.; Peck, M. L. y Stanley, G. G. (2008). *Química*. Octava Edición. México: Editorial Cengage Learning / Thomson Internacional.
- Wu, H. K.; Krajcik, J. S. & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821 - 842.
- Yore, L. D. & Treagust, D. F. (2006). Current Realities and Future Possibilities: Language and science literacy-empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 291-314.

- Zabala, A. y Arnau, L. (2007). *11 Ideas Clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Graó.
- Zabalza, M. A. (2004). *La enseñanza universitaria. El escenario y sus protagonistas*. Madrid: Narcea.
- Zoller, U. (1990). Learning Difficulties and Students' Misconceptions in freshman Chemistry (General and Organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-1065.





ANEXOS

ANEXO 1. Planes de estudio. Correlatividades. Régimen único de enseñanza	237
ANEXO 2. Instrumentos para la recolección de la información	273
ANEXO 3. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la <i>competencia científica</i> inicio 2010.	403
ANEXO 4. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la <i>competencia científica</i> fin 2010.	405
ANEXO 5. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la <i>competencia científica</i> fin 2011.	407
ANEXO 6. Datos obtenidos del análisis. Puntuaciones de la <i>competencia científica</i> fin 2012.	409
ANEXO 7. Datos obtenidos del análisis. Características de contexto.	411
ANEXO 8. Fiabilidad de los cuestionarios. Alfa de Cronbach.	413



ANEXO 1

PLANES DE ESTUDIO. CORRELATIVIDADES. RÉGIMEN ÚNICO DE ENSEÑANZA



PLAN DE ESTUDIOS DE BIOTECNOLOGÍA

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



Bioquímica Plan de estudios

Asignaturas = A, y Cursos Obligatorios= C, discriminados por año con sus respectivos cargos horarios = (...)
Asignaturas Obligatorias: Se prevé el dictado de asignaturas con dos niveles de carga horaria, las Tipo A de 135 horas cada una, y las Tipo C de 70 horas cada una.

Primer Año

Primer Cuatrimestre

C1 | Curso de Articulación (070) (actividad inicial)
A1 | Química General (135)
A2 | Matemática General (135)
C2 | Seguridad en Laboratorios (070)

Segundo Cuatrimestre

A3 | Química Inorgánica (135)
A4 | Análisis Matemático (135)
C3 | Biología General (070)
C4 | Inglés I

Segundo Año

Primer Cuatrimestre

A5 | Química Orgánica I (135)
A6 | Física I (135)
A7 | Fisiología (135)
C5 | Inglés II (070)

Segundo Cuatrimestre

A8 | Química Orgánica II (135)
A9 | Física II (135)
A10 | Química Analítica I (135)
C6 | Estadística (070)

Tercer Año

Primer Cuatrimestre

A11 | Biología Celular (135)
A12 | Bioquímica Básica de Macromoléculas (135)
A13 | Química Analítica II (135)

Segundo Cuatrimestre

A14 | Química Biológica (135)
A15 | Microbiología General (135)
A16 | Morfología Normal (135)
C21 | Control de Calidad (070)

Cuarto Año

Primer Cuatrimestre

A18 | Inmunología Básica (135)
A20 | Fisiología Humana (135)
A21 | Bromatología y Nutrición (135)

Segundo Cuatrimestre

A22 | Patología Humana (135)
A23 | Bioquímica Clínica y Cuantitativa I (135)
C22 | Bacteriología (070)
C23 | Virología (070)
C24 | Micología (070)

Quinto Año

Primer Cuatrimestre

A24 | Bioquímica Clínica y Cuantitativa II (135)
A25 | Bioquímica Clínica y Cuantitativa III (135)
A26 | Toxicología, Farmacología y Bioquímica Legal (135)
C25 | Parasitología (070)

Segundo Cuatrimestre

P1 | Práctica Profesional (400)

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas - Ciudad Universitaria, Párrafo El Pozo - CC 242 - 55000ZAA - Santa Fe - Argentina
Tel: +54 (342) 4676216 / 216 / 208 / 208. Intemas 221 - Fax: (342) 4676221
E-mail: bioq@fbce.unl.edu.ar - Web: www.fbce.unl.edu.ar

Jornadas de Reflexión

- sobre Las actividades profesionales, científico-técnicas, y su impacto
- sobre La Sociedad: Ética, Legislación, etc.

Se prevé la realización, como mínimo, de una jornada por cuatrimestre destinada a brindar un ámbito de formación general sobre estos temas básicos. Las jornadas serán coordinadas por especialistas en disciplinas técnico-científicas o humanísticas. Las cargas horarias mínimas serán de cinco horas, y otorgarán créditos como los cursos y asignaturas convencionales.

Duración

La Carrera de Bioquímica tiene prevista una duración de 5 años.

Asignaturas Obligatorias

Se prevé el dictado de asignaturas con dos niveles de carga horaria, las Tipo A de 135 horas cada una, y las Tipo C de 70 horas cada una.

Asignaturas Optativas y Electivas

Se entiende por asignaturas Optativas aquellas que son elegidas dentro de un conjunto finito de alternativas contempladas en el currículo.

Asignaturas Electivas son aquellas que pueden ser seleccionadas más allá de los contenidos establecidos dentro del currículo, pudiendo recibir la elección en asignaturas de otras carreras.

Clases teóricas

Hasta un máximo del 40% de la carga horaria total.

Clases de trabajos prácticos

Hasta un máximo del 40% de la carga horaria total.

Clases de solución de problemas u otras

Hasta un máximo del 40% de la carga horaria total.

Prácticas Profesionales (P.P.)

Consta de dos partes:

I) Prácticas Hospitalarias: se dicta en forma intensiva, a razón de 40 horas semanales durante 10 semanas. Se efectuarán dos ingresos durante el cuatrimestre.

II) Pasantía de la Prácticas Profesionales: el alumno podrá optar para su realización, por una de las instituciones que la Facultad reconozca para tal fin, tendrá una duración mínima de 12 semanas y una carga horaria de 30 horas por semana.

Para el cursado de asignaturas que requieran como correlatividad directa el Curso de Articulación se tendrá en cuenta lo establecido en el Reglamento del Curso de Articulación, Art. 4°): "La regularización del área Química o Matemáticas correspondiente del Curso de Articulación es requisito indispensable para el cursado de las Asignaturas correlativas y la aprobación de todo el Curso es requisito indispensable para poder rendir dichas asignaturas".

Para el cursado de asignaturas que no requieran como correlatividad directa el Curso de Articulación será necesario:

- a) tener aprobadas todas las asignaturas correlativas, a excepción de las correspondientes al cuatrimestre inmediato anterior, las que podrán encontrarse aprobadas o regularizadas;
- b) tener aprobadas todas las asignaturas no correlativas, a excepción de las correspondientes al primer y segundo cuatrimestre inmediato anterior.

La promoción por períodos, de parte o de la totalidad de los contenidos, alcanzará al mayor número de asignaturas que resulte posible. El número de períodos de regularización y/o promoción de cada asignatura no deberá ser superior a dos.

Para rendir las asignaturas los alumnos deberán tener aprobadas todas las asignaturas correlativas.

PLAN DE ESTUDIOS DE BIOTECNOLOGÍA

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



Licenciatura en Biotecnología

Plan de estudios

Asignaturas (A) y cursos obligatorios (C) discriminados por año con sus respectivas cargas horarias:

Primer Año

Primer Cuatrimestre

C1 | Curso de Articulación (070) (actividad inicial)
A1 | Química General (140)
A2 | Matemática General (140)
C2 | Seguridad en Laboratorios (070)

Segundo Cuatrimestre

A3 | Química Inorgánica (140)
A4 | Análisis Matemático (140)
C3 | Biología General (070)
C4 | Inglés I (070)

Segundo Año

Primer Cuatrimestre

A5 | Química Orgánica I (140)
A6 | Física I (140)
A7 | Fisicoquímica (140)
C5 | Inglés II (070)

Segundo Cuatrimestre

A8 | Química Orgánica II (140)
A9 | Física II (140)
A10 | Química Analítica I (140)
C6 | Estadística (070)

Tercer Año

Primer Cuatrimestre

A11 | Biología Celular (140)
A12 | Bioquímica Básica de Macromoléculas (140)
A13 | Química Analítica II (140)
C7 | Informática (070)

Segundo Cuatrimestre

A14 | Química Biológica (140)
A15 | Microbiología General (140)
C8 | Métodos Matemáticos (070)

Cuarto Año

Primer Cuatrimestre

A16 | Inmunología Básica (140)
A17 | Operaciones y Procesos Biotecnológicos (140)

Segundo Cuatrimestre

C11 | Operaciones Biotecnológicas (070)
C14 | Microbiología Aplicada (070)
C9 | Biología Vegetal (070)
C10 | Ecología (070)
C19 | Ética (070)

Quinto Año

Primer Cuatrimestre

C16 | Tratamiento Efluentes (070)
C17 | Ingeniería Genética (070)
C18 | Tecnología Enzimática (070)
C20 | Tecnología Inmunológica (070)

Segundo Cuatrimestre

TESINA DE LICENCIATURA Actividad obligatoria (350)

Cargas horarias generales

- Carga de Asignaturas: hasta un máximo de 140 horas cada una.
- Clases teóricas: hasta 40%.
- Clases de coloquio y resolución de problemas: hasta 40%.
- Clases de trabajos prácticos: mínimo 40%.
- Cursos Obligatorios y Cursos Electivos: hasta un máximo de 70 horas cada uno. Los Asignaturas y los Cursos Obligatorios o Electivos podrán ser ordenados o Intercambios según convenga a su mejor aprovechamiento.
- Tesis de Licenciatura: Equivalente a 350 horas de trabajo.
- Características: realización de un trabajo experimental en laboratorios de esta u otra Facultad o Instituto de la Universidad Nacional del Litoral, o de organismos públicos, o de empresas privadas previamente reconocidos por una Comisión Evaluadora.
- Total horas de Carrera : 4.270 (incluye horas de asignaturas, cursos obligatorios, electivos y tesis de Licenciatura).
- Total de créditos obtenidos a través de asignaturas, cursos obligatorios y tesis de Licenciatura: 3.920.
- Total de créditos a obtener a través de cursos electivos para reunir lo necesario para la carrera: 350.
- Créditos ofrecidos a través de cursos electivos: 1.420



CORRELATIVIDADES DE BIOQUÍMICA

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



Bioquímica Régimen de correlatividades

Correlatividades de Asignaturas Obligatorias de Bioquímica.

Asignaturas	Correlativas
C1 Curso De Articulación (C1q + C1m)	-
A1 Química General	C1q
A2 Matemática General	C1m
C2 Biogenética	A1
C3 Biología General	A1
A3 Química Inorgánica	A1
A4 Análisis Matemático	A2
C4 Inglés I	A1
A5 Química Orgánica I	A3
C5 Inglés II	C4
A6 Física I	A4
C6 Estadística	A4
A7 Fisicoquímica	A1, A4
A8 Química Orgánica II	A5
A9 Física II	A6
A10 Química Analítica I	A3, A7
A11 Biología Celular	A7, A8, C2, C3
A12 Bioquímica Básica De Macromoléculas	A5, A9, A10, C4
A13 Química Analítica II	A5, A9, A10
A14 Química Biológica	A11, A12
A15 Microbiología General	A11
A16 Inmunología Básica	A12, A15, C5
A18 Morfología Normal	A9, A11
A20 Fisiología Humana	A14, A18
A21 Bromatología Y Nutrición	A14, A15, C21
C21 Control De Calidad	A18, C5
A22 Patología Humana	A16, A20
C22 Bacteriología	A16, A20, C21
A23 Bioquímica Clínica Y Cuantitativa I	A16, A20, C21
C23 Virología	A16, A20, C21
A24 Bioquímica Clínica Y Cuantitativa II	A22, A23
C24 Micología	A16, A20, C21
A25 Bioquímica Clínica Y Cuantitativa III	A22, A23
C25 Parasitología	A16, A20, C21
A26 Toxicología, Farmacología Y Bioquímica Legal	A22, C21
P1 Prácticas Profesionales	
PI	A21, A24, A25, A26, C22, C23, C24, C25
PII	PI

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas - Ciudad Universitaria, Párrafo El Pozo - CC 242 - 53000ZAA - Santa Fe - Argentina
Tel: +54 (342) 4676216 / 216 / 238 / 238. Inform: 221 - Fax: (342) 4676221
E-mail: bioq@fbcb.unl.edu.ar - Web: www.fbcb.unl.edu.ar

CORRELATIVIDADES DE BIOTECNOLOGÍA

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL



Licenciatura en Biotecnología Régimen de correlatividades

Correlatividades de Asignaturas Obligatorias de la Lic. en Biotecnología.

Asignaturas	Correlativas
A1 Química General	G1Q
A2 Matemática General	G1M
A3 Química Inorgánica	A1
A4 Análisis Matemático	A2
A5 Química Orgánica I	A3
A6 Física I	A4
A7 Fisicoquímica	A1, A4
A8 Química Orgánica II	A5
A9 Física II	A6
A10 Química Analítica I	A3, A7
A11 Biología Celular	A7, A8, G2, G8
A12 Bioquímica Básica de Macromolécula	A8, A9, A10, C4
A13 Química Analítica II	A8, A9, A10
A14 Química Biológica	A11, A12
A15 Microbiología General	A11
A16 Inmunología Básica	A11, A12, G8
A17 Operaciones y Proc. Biotecnológicos	A12, A18, G8
Tesis De Licenciatura	curado de todas las asignaturas y cursos hasta completar los créditos requeridos
G1 Curso de Articulación	-
G2 Bioseguridad	A1
G3 Biología General	A1
G4 Inglés I	A1
G5 Inglés II	G4
G6 Estadística	A4
G7 Informática	G6
G8 Métodos Matemáticos aplic. a la Biología y a la Química	A4
G9 Biología Vegetal	A14
G10 Economía	G7
G11 Operaciones Biotecnológicas	A17
G14 Microbiología Aplicada	A15, A17
G16 Tratamiento de Efluentes	G11
G17 Ingeniería Genética	A15, A17, A18
G18 Tecnología Enzimática	A17, C14
G19 Ética	A11
G20 Tecnología Inmunológica	A16, A17, G14

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas - Ciudad Universitaria, Párrafo El Pozo - CC 242 - 550002AA - Santa Fe - Argentina.
Tel: +54 (342) 4676216 / 216 / 208 / 208. Internac 221 - Fax: (342) 4676221
E-mail: bioc@fbcb.unl.edu.ar - Web: www.fbcb.unl.edu.ar

CARRERA DE LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGÍA
A.P. Asignaturas y cursos

- 1.0 Curso de articulación: Química y Matemática**
1.1 Química General - Matemática General
1.2 Química Inorgánica - Bioseguridad - Biología General - Análisis Matemático - Inglés I
- 2.1 Química Orgánica I - Física I - Fisicoquímica - Inglés II**
2.2 Química Orgánica II - Física II - Química Analítica I - Estadística
- 3.1 Biología Celular - Bioquímica Básica - Microbiol. - Química Analítica II - Informática**
3.2 Química Biológica - Microbiología General - Electiva Métodos Matemáticos
- 4.1 Op. y Procesos Biotec. - Inmunología Básica - Electiva - Electiva**
4.2 Operaciones Biotec. - Microbiología Aplicada - Biología Vegetal - Economía
- 5.1 T. Efuentes - Tec. Inmun. - Ing. Genética - Electiva Tec. Enzimát. - Electiva Ética**
5.2 Tesis de Licenciatura

Oferta de cursos electivos (E)

Cursos	Correlativos
E1 Análisis estructural de proteínas	A12
E2 Aplicación de computadores personales para ejecución y análisis de experimentos	G7, G8
E3 Biotecnología	A 14
E4 Cultivo de células eucariotas	A17, A 18, G9
E5 Derivatización de superficies e inmovilización de biomoléculas	A 16
E6 Errores de medición y diseño de experimentos	G7, G13
E7 Espectroscopía molecular	E16
E8 Estructura de proteínas	A12
E9 Idioma Francés	A1
E10 Informática en el laboratorio	G7
E11 Manejo de animales de laboratorio	I y II A14
E12 Métodos cuantitativos básicos	A4
E13 Mét. numéricos aplicados a los ex. experimentales	G7, G8
E14 Purificación de biomoléculas	A12
E15 Química Cuántica I: estructura atómica	A9
E16 Química Cuántica II: estructura molecular	E15
E17 Química de los Productos Naturales	A8
E18 Termodinámica estadística	A12, G6

RÉGIMEN UNICO DE ENSEÑANZA FBCB/ESS

FBCB UNL

RÉGIMEN UNICO DE ENSEÑANZA FBCB/ESS

CAPITULO I: CONSIDERACIONES GENERALES

Artículo 1º. El presente Reglamento denominado "RÉGIMEN ÚNICO DE ENSEÑANZA" tiene por objeto fijar las normas generales a las que se ajustará la enseñanza de grado presencial, en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas / Escuela Superior de Sanidad, y acuerda con lo establecido por la Ordenanza "C.S." N° 6/05".

Artículo 2º. La dirección, coordinación y supervisión de la enseñanza será ejercida por el Decano de la FBCB, a través de la Secretaría Académica. A su vez cada carrera constará con un coordinador y una Comisión de Seguimiento Curricular designada por el CD a propuesta del Decano. Se ajustará en un todo a lo previsto en el estatuto vigente a la UNL.

Artículo 3º. El desarrollo de las actividades académicas se ajustará al Calendario Académico que anualmente sea aprobado por el Consejo Directivo de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. El mismo tratará de ajustarse al Calendario Académico que fijará cada año oportunamente la Universidad Nacional del Litoral, de acuerdo a la Resolución "C. S." N° 271/04.

CAPITULO II: DE LA ORGANIZACIÓN Y LA COORDINACIÓN DE LA ENSEÑANZA

Artículo 4º. Las actividades académicas de la FBCB / ESS estarán organizadas en Áreas de conocimiento (según resolución CD N° 323/10), Departamentos, Cátedras y Espacios Curriculares (asignaturas, talleres, cursos, seminarios, etc).

Artículo 5º. Los Departamentos son grupos académicos identificados por una afinidad disciplinaria y equilibrados en cuanto a la atención de tareas de enseñanza de grado y posgrado, curricular y extracurricular, investigación, extensión y transferencia de tecnología. Serán dirigidos por un director, quien deberá ser profesor ordinario, de una asignatura del departamento y designado de acuerdo a las Resoluciones de creación de los mismos.

Artículo 6º. Cada Cátedra tendrá un profesor responsable de las actividades de enseñanza, aprendizaje y de todas las demás con ellas vinculadas. Además de los profesores, las cátedras estarán integradas por los auxiliares de docencia y auxiliares alumnos. El responsable de la cátedra determinará las actividades docentes a desarrollar más competentes para cada uno.

Artículo 7º. Cada espacio curricular tendrá un docente responsable de las actividades de enseñanza y de aprendizaje y de todas las demás con ellas vinculadas.

Artículo 8º: El docente responsable del espacio curricular coordinará el equipo docente y lo hará partícipe de los propósitos del mismo, del desarrollo de las unidades temáticas del programa, del cronograma de actividades, de las formas de evaluación, de las modalidades de examen, entre otros aspectos. Además, elevará a Secretaría

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Ciudad Universitaria UNL
C.P. 212 - 300074 - Santa Fe, Argentina
Tel: 0342-4501040 / 4501041 / 4501042 / 4501043
Fax: 4501040 / 4501041

E-mail: inform@fbcb.unl.edu.ar
Web: www.fbcb.unl.edu.ar

Académica todas las propuestas de modificaciones que considere convenientes a través de los respectivos coordinadores, que deberán ser aprobadas por el CD de la Facultad.

Artículo 9º: El responsable del espacio curricular confeccionará la propuesta de enseñanza, teniendo en cuenta especialmente la realización de actividades mediante las cuales el/la alumno/a construya los conocimientos, las actitudes, las habilidades y las destrezas para la observación de fenómenos, hechos y elementos de aplicación en su Carrera y para la ejecución de procedimientos. Para ello se estimulará la búsqueda de información, la construcción del conocimiento, el trabajo en territorio y la toma de decisiones debiendo existir adecuada articulación teórico-práctica, complementada con una actitud crítica en un marco de ética y compromiso social en el lugar donde se desempeñen.

CAPÍTULO III: DE LA ENSEÑANZA

Artículo 10º: La propuesta de enseñanza de cada espacio curricular podrá estructurarse teniendo en cuenta una organización metodológica que contemple algunas de las siguientes modalidades, según el plan de estudio vigente de cada carrera:

- a) Clases teóricas: tendrán por objeto orientar al alumno/a en el estudio del espacio curricular, explicar los contenidos fundamentales y complejos, como así también proporcionar una visión integradora de los mismos.
- b) Coloquios: tendrán por objeto la construcción y discusión de los contenidos, con la activa participación de los alumnos y docentes.
- c) Seminarios: se caracteriza por el trabajo en grupos reducidos, cuya finalidad es el estudio intensivo de un tema en sesiones planificadas, usando fuentes autorizadas de información. Se caracteriza por el aprendizaje activo, ya que los miembros no reciben información elaborada sino que investigan, participan y elaboran documentos y conclusiones.
- d) Trabajos Prácticos de Laboratorio: tendrán por objeto confrontar principios y comprobar hipótesis. Su programación deberá tender a ejemplificar los contenidos oportunamente planteados como asimismo posibilitar la construcción de habilidades en el manejo de instrumental de laboratorio y aparatos, desarrollando un criterio sobre la exactitud de las medidas efectuadas y habituando al alumno a expresar los valores obtenidos con su cota de error. Esta actividad se complementa con la resolución de problemas.
- e) Trabajos Prácticos: tendrán por objeto transferir a una situación real los contenidos desarrollados en las clases teóricas.
- f) Clase de Resolución de Problemas: tendrán por objeto el planteo de una situación problema propuesta por el encargado del grupo, debiendo poseer los alumnos asistentes los conocimientos mínimos necesarios para abordar su resolución.
- g) Talleres: es un modo de organizar el proceso de enseñanza y el aprendizaje que se basa en la conjunción de la teoría y práctica para abordar la resolución de un problema o el estudio de un contenido concreto, y mediante la actividad participativa del alumno, a través del ensayo creativo que éste hace de sus capacidades, conocimientos y destrezas, utilizando múltiples y variados recursos y materiales.
- h) Toda otra actividad que los responsables del dictado de los espacios curriculares consideren conveniente para lograr la optimización del proceso de enseñanza y de aprendizaje, como por ejemplo: trabajos prácticos integradores, trabajos

interdisciplinarios, autogestión del aprendizaje, comisiones organizadas en torno al aprendizaje basado en problemas, tutorías presenciales o a distancia a través del entorno virtual, trabajos de campo o visitas a institutos, hospitales, laboratorios y plantas industriales, por mencionar algunas.

i) Actividades de vinculación con el medio que servirán para que los alumnos puedan acreditar lo establecido según resolución "C.S." N° 274/07. (Incorporación de la extensión en la currícula).

j) Prácticas profesionales y/o finales, trabajos finales, tesinas, etc.

Estas categorías no son las únicas, ni cerradas en sí mismas, sino que pretenden orientar el proceso de enseñanza, motivo por el cual pueden vincularse unas con otras y generar un espacio de mayor complejidad.

Artículo 11º: A los efectos del cursado de un espacio curricular, las actividades de enseñanza deberán discriminarse del siguiente modo:

a) Clases de Asistencia Optativa: estarán destinadas a motivar a los alumnos e introducirlos en los aspectos teóricos y / o metodológicos.

b) Clases de Asistencia Obligatoria: correspondientes a las etapas de desarrollo y construcción del conocimiento. La carga horaria correspondiente a estas clases no podrá exceder el 80% del total de la asignatura.

Cada espacio curricular planificará su dictado ajustándose a la carga horaria establecida en el plan de estudios correspondiente, en cuanto a clases de asistencia obligatoria y optativa.

c) Clases de Consulta: obligatorias para el docente, es decir, deben estar previamente establecidas en el cronograma.

Artículo 12º. La presentación de la planificación de los espacios curriculares por parte de los responsables de su dictado, para su aprobación por el Consejo Directivo, deberá realizarse consignando los datos que se detallan en el Anexo I.

Artículo 13º. La planificación de los espacios curriculares deberá ser revisada y actualizada periódicamente, como mínimo cada 2 años y deberá estar disponible en el sitio web de la Facultad.

Artículo 14º. Los espacios curriculares desarrollarán su propuesta de enseñanza en las condiciones establecidas en el presente Régimen Único de Enseñanza durante un cuatrimestre en el año y en un número de semanas que garantice el dictado adecuado de los contenidos planificados en el ciclo lectivo correspondiente, según el Calendario Académico aprobado por el C.D. Cada cuatrimestre comprenderá quince semanas como máximo (incluyendo exámenes parciales, de promoción y recuperatorios). En situaciones excepcionales, podrán proponerse espacios curriculares de dictado intensivo. Se deberán justificar las razones pedagógicas y/o de gestión académica que justifiquen dicho dictado y deberán presentarse al coordinador de la carrera correspondiente la diagramación horaria para evitar superposiciones y garantizar el acceso de los estudiantes. La programación de las Prácticas Profesionales y/o Finales, Tesinas, Trabajos Finales, Proyecto Final, Taller Sanitario y Trabajo de investigación práctica en efectores de alta y mediana complejidad, se regirán por sus Reglamentos de funcionamiento.

Artículo 15º. El docente responsable de cada espacio curricular deberá enviar quince días antes del inicio de cada cuatrimestre para consideración del Coordinador respectivo la siguiente información:

- Cronograma analítico del desarrollo temático de acuerdo al calendario fijado por la Facultad.
- Actividades programadas (teorías, coloquios, seminarios, trabajos prácticos, resolución de problemas, talleres integradores, etc.), turnos y horarios propuestos, carga horaria de cada una y personal a cargo de cada actividad.
- Horarios de consulta para que los alumnos aclaren sus dudas.

Artículo 16º. Los horarios propuestos por las cátedras, departamentos, etc. para la realización de las actividades de aprendizaje podrán ser modificados con el objeto de asegurar una adecuada coordinación de la enseñanza.

Artículo 17º. Cada espacio curricular llevará un registro con los datos relacionados a la actuación de los alumnos en las actividades de aprendizaje mediante el módulo docente de autogestión de cursado que ofrece el SIU Guaraní (Sistema Informático Único de gestión de alumnos). Dicha información deberá ser conservada obligatoriamente, como mínimo hasta la aprobación del espacio curricular por el alumno.

Artículo 18º. Al mismo tiempo, todos los espacios curriculares deberán hacer pública la información para conocimiento de los alumnos, al comenzar el dictado de las mismas.

Artículo 19º. Los responsables de los espacios curriculares deberán enviar al Departamento Alumnado hasta el 3er. día posterior a la finalización de las clases de cada período lectivo, la nómina de condición de los diferentes alumnos. Esta nómina deberá enviarse a través del sistema SIU-GUARANÍ.

CAPÍTULO IV: DEL RÉGIMEN DE REGULARIDAD, PROMOCIÓN Y NOTA FINAL DE LOS ESPACIOS CURRICULARES.

Artículo 20º. Para la promoción de una asignatura los alumnos deberán cumplir con las condiciones establecidas en la planificación correspondiente aprobada por el C.D.

según artículo 12º.

Artículo 21º. La aprobación de los espacios curriculares podrá realizarse "con examen final" o "por un sistema de promoción". Las asignaturas correspondientes a las carreras de Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología y Licenciatura en Nutrición se ajustarán al sistema de regularidad y promoción según Anexo II. Las asignaturas correspondientes a las carreras de la Licenciatura en Terapia Ocupacional, Licenciatura en Administración de Salud, Licenciatura en Saneamiento Ambiental y Licenciatura en Higiene y Seguridad se ajustarán al sistema de regularidad y promoción según Anexo III.

Artículo 22º. En cada espacio curricular podrán (según normativa Anexo II o Anexo III de cada carrera) realizarse evaluaciones parciales que permitan verificar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, así como realizar los ajustes y correcciones necesarios.

Artículo 23º. El número de recuperatorios para regularizar al que tendrá derecho el estudiante será uno por cada instancia de regularidad.

Artículo 24º. La regularidad en los espacios curriculares se extenderá por un lapso de dos años y medio (o cinco cuatrimestres corridos) contados a partir del momento que adquiriera el alumno esa condición. En caso de ser requerirlo mediante nota dirigida al Decano, con autorización del responsable del espacio curricular, se podrá extender la misma por un año más.

Artículo 25º. Los espacios curriculares que en el Plan de Estudios figuren con la denominación de Taller, Seminario o Trabajo Final, Taller Sanitario, Trabajo de Investigación Práctica en Efectores de alta y mediana complejidad deberán ser de cursado obligatorio. En el caso de que el alumno no alcance o perdiere su condición de regular, deberá cursarlos nuevamente, no pudiendo ser aprobados por alumnos en condición de libre.

Artículo 26º. Serán alumnos/as de la Facultad / Escuela aquellos que reúnan los requisitos de inscripción de ingreso a las carreras o reinscripción y los alumnos/as que habiendo perdido su condición de tales, según disposiciones vigentes en la UNL. En todos los casos deberán estar registrados por el Departamento Alumnado.

Artículo 27º. Las notas de los exámenes finales obtenidas por los alumnos se expresarán de 1 a 10 según la escala vigente aprobada por Resolución "C.S." Nº 223/06, y a los fines de lograr una homogeneización en los criterios se establecen los siguientes intervalos:

PUNTAJE OBTENIDO:	NOTA:
0,00 a 1,49 uno (1) =	Insuficiente
1,50 a 2,49 dos (2) =	Insuficiente
2,50 a 3,49 tres (3) =	Insuficiente
3,50 a 4,49 cuatro (4) =	Insuficiente
4,50 a 5,98 cinco (5) =	Insuficiente
5,99 a 6,49 seis (6) =	Aprobado
6,50 a 7,49 siete (7) =	Bueno
7,50 A 8,49 ocho (8) =	Muy Bueno

8,50 a 9,49 nueve (9) = Distinguido
 9,50 a 10,0 diez (10) = Sobresaliente

CAPÍTULO V: DE LOS ALUMNOS.

Artículo 28°. La condición de los/las alumnos/as respecto del cursado de un espacio curricular podrá ser: regular, libre, oyente o externo por intercambio.

Artículo 29°. La nómina de alumnos/as inscriptos deberá ser elevada por Departamento Alumnado al docente a cargo de cada espacio curricular al inicio de cada cuatrimestre.

Artículo 30°. Se considerará alumno/a habilitado para iniciar el cursado de un espacio curricular al estudiante que haya cumplido con los siguientes requisitos:
 Registro de inscripción para el cursado en la Departamento Alumnado. Para que esa inscripción sea efectiva es necesario que estén en condiciones de cursar el espacio curricular de acuerdo con el plan de correlatividades vigente y/o normas complementarias que el Consejo Directivo disponga.
 Un alumno/a será considerado/a regular cuando apruebe las condiciones de regularidad según cada carrera de la Facultad / Escuela.

Artículo 31°. Se considerará alumno/a oyente a toda persona que, aún sin cumplir los requisitos para el ingreso a la UNL, solicite su inscripción en un espacio curricular y ésta sea autorizada por la Unidad Académica, explicitando los motivos de la misma. La inscripción se realizará en la oficina correspondiente de la Unidad Académica. Se dejará fehaciente constancia de la actividad académica realizada por el alumno oyente quien podrá también presentarse a examen. Finalizado el cursado del espacio curricular el alumno/a oyente podrá solicitar en la oficina correspondiente, una certificación de las actividades realizadas.

Artículo 32°. Se considerará alumno/a libre en la asignatura:
 a) Aquel estudiante, que habiéndose inscripto al año académico y cumpliendo con las correlatividades vigentes, opte por promover una asignatura presentándose directamente a un examen final.
 b) Aquel estudiante que, habiendo realizado una inscripción conforme lo establecido en el artículo 30, no cumpla con los requisitos necesarios para finalizar el cursado en condiciones de alumno regular.
 c) Aquel estudiante que habiendo adquirido la condición de alumno regular al

finalizar el cursado ha agotado el plazo previsto para presentarse a examen en tal condición.

Artículo 33°. Se considera alumno externo de intercambio a:

- a) aquellos que por intercambio provienen de Universidades extranjeras y que por convenio inter-institucional desarrollan actividades académicas en la U.N.L.
- b) aquellos que por intercambio provienen de Universidades Argentinas y que por convenio inter-institucional desarrollan actividades académicas en la U.N.L.

Estos estudiantes tendrán semejantes derechos y obligaciones académicas que

los alumnos de la Facultad. Al momento del examen los estudiantes externos de intercambio serán registrados en un acta diferente a la de alumnos regulares y libres.

La autoridad superior certificará las actividades desarrolladas que no se incluyan en las actas de exámenes. (Ordenanza "C.S." N° 02/03).

CAPÍTULO VI: DE LOS DOCENTES.

Artículo 34º. Los docentes a cargo de los espacios curriculares están obligados, entre otros, a cumplimentar lo previsto en los artículos 6, 7, 8 y 9 del presente Reglamento.

Artículo 35º. La jerarquía y dedicación de los cargos docentes, así como las condiciones que se requieren para acceder a los mismos, se ajustarán a lo establecido por la Ley de Educación Superior, el Estatuto de la Universidad Nacional del Litoral y/o reglamentaciones emanadas del Consejo Superior.

Artículo 36º. Los docentes completarán una planilla de manera on-line provista por la Facultad, en la que se especificará: nombres y apellido, carrera/s, departamento, cátedra/s en la/s que se desempeña, cargo/s y dedicación, tareas asignadas y tiempo que le insumen (según anexo IV). La que visada previamente por el docente responsable se entregará una impresión del mismo, en el Departamento de Bedelía; debiendo reiterarse el trámite toda vez que se produzca alguna modificación. La información del cumplimiento de los horarios deberá coincidir con lo presentado en la Declaración Jurada de Cargos y Horarios, de acuerdo a lo dispuesto por Circular DGPH N° 8/01.

Artículo 37º. La carga horaria frente a alumnos/as variará según el cargo docente y dedicación (según Res. "C.S." N° 267/01). En ningún caso será inferior a dos (2) actividades semanales diferentes, a menos que expresamente lo indique el docente responsable.

Artículo 38º. Todos los docentes integrantes de una cátedra podrán ser afectados a las diversas tareas que implica el desarrollo normal de las actividades planificadas, como así también del examen de la asignatura, según lo disponga el responsable de la misma. Todos los docentes tienen la obligación de integrar los

tribunales examinadores para las que hubieran sido designados.

Artículo 39º. Además de las obligaciones específicas enumeradas precedentemente, los docentes están obligados a asistir a: reuniones de claustro, reuniones de Áreas de conocimiento, de Departamentos y a toda otra reunión convocada por el Decano, Consejo Directivo, Secretaría Académica, Coordinador de carrera o por el responsable de la cátedra y/o espacio curricular.

Artículo 40º. En los primeros 15 días del mes de marzo de cada año, los docentes responsables deberán presentar las planillas elaboradas según el anexo V, en las cuales se informe de las todas las actividades desarrolladas por todos los docentes del Departamento, Cátedra, asignatura y/o espacio curricular. Estas planillas deberán elevarse a Comunicación Institucional y servirán de insumo para la generación de la Memoria de la Facultad.

CAPÍTULO VII: DE LOS EXÁMENES.

Artículo 41º: Los turnos de exámenes se establecerán en el calendario académico que anualmente será aprobado por el Consejo Directivo.

Artículo 42º. Los turnos ordinarios de exámenes finales serán ocho por año académico y se distribuirán acorde con el mismo, siguiendo una temporalización que contemple la realidad de los alumnos de todas las carreras de la FECB/ESS. Los exámenes de espacios curriculares de un mismo cuatrimestre deberán estar distanciados como mínimo 12 hs.

Artículo 43º. Los turnos especiales deberán ser dos (2) y se desarrollarán entre los meses de Mayo – Junio y Octubre – Noviembre. Tendrán derecho a solicitar estos turnos: a) aquellos alumnos a los que les reste hasta cuatro asignaturas curriculares y la Tesina o el Trabajo Final para aprobar la totalidad de asignaturas del Plan de Estudios; b) aquellos estudiantes externos por intercambio de acuerdo al artículo 33.

Artículo 44º. La inscripción a exámenes se realizará por turno y por asignatura, en fecha que será fijada en el calendario de exámenes. Los estudiantes podrán inscribirse a examen personalmente en el Departamento Alumnado o por medios electrónicos previstos en el SIU-GUARANI. Los alumnos/as quedarán definitivamente inscriptos acorde con el régimen de correlatividades vigente en cada carrera.

Artículo 45º. El presidente del tribunal examinador deberá exigir al comienzo del examen la presentación de Credencial Universitaria, Documento Nacional de Identidad, Cédula de Identidad u otra documentación que acredite la identidad del alumno.

Artículo 46º. Los estudiantes inscriptos para rendir y en condiciones de hacerlo, serán empadronados por orden alfabético en el acta respectiva, la que será entregada al tribunal examinador el día y a la hora fijada para el examen, en la oficina de Bedelia. Esta acta podrá ser visualizada por el docente habilitado a través del SIU-GUARANI entre 24 o 48 hs antes del día y la hora fijada para el examen.

Artículo 47º. El presidente del tribunal examinador es el responsable del acta de examen hasta el momento de su devolución, y la entregará debidamente cumplimentada

y con la totalidad de las firmas de los integrantes del tribunal examinador, al funcionario responsable de Bedelía, quién efectuará el control pertinente. Posteriormente rubricará el jefe de Alumnado. El presidente del tribunal examinador deberá también firmar el Registro de Materias Aprobadas según resolución C.D. 646/10.

Artículo 48º. Si el acta no estuviera correctamente confeccionada, no será recibida por la mencionada oficina Bedelía.

Artículo 49º. Al finalizar el año lectivo, se procederá al encuadernado de los originales de las actas consignándoles el número de libro de actas correspondiente.

Artículo 50º. Todo alumno/a tendrá derecho a anular su inscripción a examen hasta 48 hs antes de sustanciarse el mismo. Esta anulación se deberá realizar personalmente en el Departamento Alumnado o por medios electrónicos previstos en el SIU-GUARANÍ.

Artículo 51º. Todo alumno/a (en condición de regular o libre) que se inscriba para rendir en un turno especial y decida no presentarse a rendir, tendrá la obligación de anular su inscripción a examen hasta 48 hs antes de sustanciarse el mismo. Esta anulación se deberá realizar personalmente en el Departamento Alumnado o por medios electrónicos previstos en el SIU-GUARANÍ. Si no realizare la anulación y no asiste al examen final, recibirá un turno castigo que se efectivizará en el turno ordinario siguiente.

Artículo 52º. Los/as alumnos/as regulares, libres, oyentes y por equivalencia tendrán derecho a ser examinados en los turnos de exámenes fijados por el Calendario Académico. En el caso de los alumnos/as por equivalencia se deberá informar con anticipación los contenidos sobre los que versará el examen mencionado.

CAPÍTULO VIII: DE LOS TRIBUNALES EXAMINADORES.

Artículo 53º. Todo tribunal examinador indefectiblemente se tiene que constituir con tres docentes titulares y un suplente. El docente responsable será presidente del mismo y solo podrá ser reemplazado por un docente de la misma asignatura o asignatura afín. Los vocales titulares y suplentes serán docentes de la asignatura. Si no existiese un número suficiente de docentes en la asignatura, se podrá designar a docentes de otras. Cada miembro del tribunal examinador deberá constituir el mismo en la fecha y hora fijada, con una tolerancia de quince (15) minutos, e integrarla hasta la finalización del examen.

Artículo 54º. Los docentes integrantes de un tribunal examinador estarán obligados a excusarse de conformar el mismo en caso de parentesco hasta el segundo grado de consanguinidad y segundo de afinidad, de vínculo matrimonial, de amistad o enemistad manifiesta y podrán hacerlo por cualquier otro motivo justificado que evaluará el Secretario Académico. Las recusaciones contra integrantes del tribunal examinador serán presentadas al Decano por escrito con 72 horas hábiles de antelación a la fecha de la constitución del examen, quien dictaminará en cada caso.

Artículo 55º. El estudiante puede solicitar al Consejo Directivo la intervención de los tribunales examinadores fundamentando los motivos, con presentación de testigos si

fuese necesario. El Decano deberá, antes de ingresar el mismo al Consejo, pedir descargo al tribunal examinador, quien deberá dar respuesta dentro de los siete días corridos de recibido el expediente. El Consejo Directivo decidirá sobre la intervención de dicho tribunal, y en caso que corresponda designará un interventor quien deberá ser docente con una categoría no inferior a profesor asociado. Secretaría Académica podrá intervenir de oficio en caso que la trasgresión a la reglamentación vigente sea suficientemente clara.

Artículo 56º. En caso de que algún/os miembro/s titular/es del tribunal examinador incluyendo al presidente, no pueda/n concurrir al examen por razones imprevistas de extrema gravedad, el tribunal se constituirá siempre que existan tres (3) miembros, sean titulares o suplentes.

Artículo 57º. Para que la duración del cuarto intermedio de un tribunal examinador pueda exceder las veinticuatro horas hábiles contadas a partir del momento de la suspensión, se deberá requerir la autorización del Secretario Académico. En todo cuarto intermedio o suspensión temporaria del tribunal examinador se debe hacer constar en observaciones del acta la hora del último alumno examinado. El presidente del tribunal, en caso de cuarto intermedio, entregará el original del acta en Departamento Alumnado, conservando el duplicado hasta el cierre del acta al concluir el tribunal examinador.

Artículo 58º. Serán causas de intervención:

- Comprobada actitud negligente del tribunal examinador.
- Irregularidad o no cumplimiento de lo expresado en los Artículos 52 al 56 del presente Reglamento.
- Existencia de marcadas relaciones de enemistad, dolo o resentimiento manifiesto de hechos públicos o notorios entre el estudiante y cualquiera de los miembros del tribunal examinador.

Artículo 59º. Por Bedelía u oficina competente se controlarán las inasistencias de los docentes a los exámenes. La ausencia injustificada se registrará como falta grave, quedando el docente sujeto a las penalidades vigentes, informando desde Secretaría Académica a Asunto Jurídicos de la UNL, para que obre en consecuencia.

Artículo 60º. Fijado el calendario de exámenes, establecidas las fechas y tribunales examinadores para los turnos ordinarios y especiales, se lo dará a conocer a los docentes y estudiantes con no menos de treinta días de antelación al inicio de los exámenes. Los docentes deberán comunicar cualquier superposición o inconveniente con la fecha y horario de exámenes dentro de los siete días corridos siguientes a la publicación del calendario, por nota elevada al Decano, entregada por mesa de entradas y firmada por el presidente del tribunal examinador, proponiendo nueva fecha.

Artículo 61º. El presidente del tribunal examinador deberá entregar la calificación al finalizar el examen de cada estudiante, salvo en el examen escrito, en cuyo caso podrá dar a conocer a los estudiantes las notas obtenidas, dentro de las setenta y dos (72) horas hábiles de iniciado el examen.

Artículo 62º. A la hora fijada para el comienzo del examen, el tribunal examinador pasará lista de inscriptos iniciando el examen con los presentes. En el caso

de ausencia total de los estudiantes que figuran en el acta, el tribunal esperará treinta minutos y se cerrará el acta.

Artículo 63º. Serán causas de intervención:

- Comprobada actitud negligente del tribunal examinador.
- Irregularidad o no cumplimiento de lo expresado en los Artículos 52 al 56 del presente Reglamento.
- Existencia de marcadas relaciones de enemistad, dolo o resentimiento manifiesto de hechos públicos o notorios entre el estudiante y cualquiera de los miembros del tribunal examinador.

Artículo 64º. Si por alguna circunstancia extraordinaria el tribunal examinador debiera dejar de examinar sin haber completado la instancia evaluativa, sin estar entregadas las calificaciones y sin tener prevista su continuidad, deberá comunicarse la situación al Decano a los efectos que correspondiere y éste garantizará la continuidad del acto dentro de un plazo perentorio.

Artículo 65º. Los/as alumnos/as regulares, libres, oyentes y por equivalencia tendrán derecho a ser examinados en los turnos de exámenes fijados por el Calendario Académico. En el caso de los alumnos/as por equivalencia se deberá informar con anticipación los contenidos sobre los que versará el examen mencionado.

CAPÍTULO IX: DE LA EVALUACIÓN EN LOS EXAMENES.

a- Finales

a- 1 Estudiantes Regulares:

Artículo 66º. El estudiante regular rendirá examen final que consistirá en una prueba única, escrita, oral o una combinación de ambas formas, siempre de carácter público, sobre el programa analítico vigente. Tales contenidos deberán estar comprendidos en la planificación aprobada por el C.D. Las modalidades de examen final (oral, escrito o combinación) adoptadas, deberán figurar en la planificación correspondiente. El estudiante solo podrá solicitar un cambio en dicha modalidad de examen cuando presente reales impedimentos para expresarse en la exigida por el tribunal.

Artículo 67º. En la modalidad escrita la duración no deberá superar las tres (3) horas y el tribunal podrá dar a conocer a los estudiantes las notas obtenidas, dentro de las setenta y dos (72) horas hábiles de iniciado el examen.

a- 2 Estudiantes Libres:

Artículo 68º. El estudiante que deba presentarse a examen en condición de libre, lo hará sobre la totalidad de los contenidos que comprenden el programa analítico y de trabajos prácticos vigentes a la fecha del examen, de acuerdo a la modalidad establecida en la planificación de cada espacio curricular.

Artículo 69º. Si el examen final para los estudiantes que lo hagan en condición

de libre, constara de dos o más partes y el estudiante deberá alcanzar los objetivos de aprendizaje que figuran en el programa vigente para la aprobación de cada parte, siendo cualquiera de ellas eliminatoria, pudiendo el mismo realizarse en varias instancias en aquellos casos que así lo requieran. Cada instancia no será superior a tres (3) horas consecutivas. El apoyo y equipo suficiente para que pueda desarrollarlo será suministrado por la cátedra.

Artículo 70º. De requerirlo, un determinado espacio curricular podrá exigir con una semana de anticipación el aviso de presentación a un examen libre, en la misma Cátedra o Departamento. Esto se deberá explicitar y fundamentar en la planificación correspondiente.

a- 3 Estudiantes oyentes:

Artículo 71º. En el caso de que existiera estudiantes oyentes, cada espacio curricular ajustará la forma de evaluación de los mismos, informando previamente al / a los interesado/s la metodología a utilizar.

b – Parciales

Artículo 72º. Los exámenes parciales se ajustarán a las siguientes normas:

- Las fechas en que se realizarán estos exámenes serán propuestas por las cátedras y coordinadas por Secretaría Académica a través de los coordinadores de carreras y Bedelía de FBCB.
- El tiempo dispuesto para las evaluaciones, estará contemplado dentro de la carga horaria semanal asignada al espacio curricular y, el día y hora fijado, será tal, que no interfiera con el dictado de clases de espacios curriculares de cursado paralelo, de acuerdo al plan de estudios vigente.
- Contenidos: la determinación de los mismos estará a cargo del espacio curricular y comprenderá los tópicos desarrollados hasta el 5º día corrido anterior a la fecha fijada para la correspondiente prueba.
- Los exámenes recuperatorios se tomarán a los/las alumnos/as que hayan obtenido calificaciones inferiores al mínimo exigible, en las instancias de regularidad que fijara el espacio curricular y a los que no se hubieren presentado a las mismas por motivos de salud, religiosos, matrimonio o fallecimiento de parientes consanguíneos en primer y segundo grado. Ningún alumno podrá quedar en la categoría de libre sin que haya recuperado cada instancia de regularización.

Capítulo X: DE LAS SITUACIONES PARTICULARES.

Artículo 73º. Se considerarán "casos especiales de estudiantes" aquellos que trabajan o que tienen un compromiso horario coincidentes con los establecidos para la asistencia a actividades obligatorias de las distintas asignaturas y cuya condición acrediten fehacientemente por medio de certificado. Cada asignatura arbitrará, dentro de sus posibilidades, los medios para permitir un cursado normal que conlleve a la obtención de la condición de alumno regular.

Artículo 74º. Los docentes responsables de cada espacio curricular tendrán libertad de decidir sobre justificaciones a inasistencias u otras obligaciones que pongan en riesgo la obtención de la regularidad por parte de estudiantes en situación especial.

Artículo 75º. Los pedidos de equivalencias de asignaturas serán analizados por Secretaría Académica previa consulta al coordinador respectivo, quien podrá consultar al respecto con los responsables de asignaturas afines, comunicando su decisión a Departamento Alumnado. Se seguirá la normativa vigente de homologación establecidas por Resoluciones del C.D. y del H. C.S. en cada campo disciplinar.

Artículo 76º. Se prevé la movilidad de alumnos para el cursado de asignaturas de nuestra Facultad a otras Unidades Académicas o viceversa. Este mecanismo estará en acuerdo con lo establecido por la normativa vigente en el ámbito de la U.N.L.

Capítulo XI: VARIOS.

Artículo 77º. El presente RÉGIMEN ÚNICO DE ENSEÑANZA quedará sujeto al Estatuto de la U.N.L. y/o normas, disposiciones o resoluciones emanadas del H. Consejo Superior de la U.N.L.

Artículo 78º. A partir de la implementación del presente Régimen Único de Enseñanza, queda sin efecto toda otra disposición referida al tema, que tenga fecha anterior a la puesta en vigencia del actual.

Artículo 79º. El presente Régimen Único de Enseñanza tendrá plena vigencia a partir del Año 2011.

Artículo 80º. Todos aquellos aspectos no contemplados en el presente Régimen Único de Enseñanza y que generen situaciones conflictivas entre docentes y estudiantes, serán decididos en primera instancia por el Decano, en segunda instancia por el Vice-Decano, y en ausencia de estos por el Secretario Académico. Los interesados podrán recurrir en última instancia, al Consejo Directivo de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas.

DE FORMA

ANEXO I

Pautas para la presentación de la Planificación del Espacio Curricular. Formato electrónico. (Según Artículo 12º del presente).

- (a) Carátula: incluye los datos institucionales de la carrera, del espacio curricular y/o de la asignatura, de los docentes, período y año de dictado.

Carátula o encabezamiento:

1. Universidad
2. Facultad
3. Escuela Superior de Sanidad
4. Carrera
5. Asignatura y/o espacio curricular
6. Año de cursado (Ciclo, año, cuatrimestre)
7. Carácter (Teórico, Teórico Práctico, Práctica Profesional, clínica. etc.).
8. Nombre del Docente a cargo.
9. Carga Horaria Total

10. Año Calendario

- (b) **Fundamentación:** breve caracterización del espacio curricular o área, su inserción en el plan de estudios y su articulación horizontal y vertical con otros espacios curriculares, y su relación con los objetivos generales de la carrera y el ciclo. Por otra parte, se explicitará el marco conceptual o perspectiva desde la cual se enfocará el espacio curricular.
- (c) **Objetivos:** se enunciarán los propósitos que se espera que los alumnos logren en el desarrollo del espacio curricular, en relación a lo conceptual (conceptos, hechos y sistemas), lo procedimental (habilidades, procedimientos, estrategias) y lo actitudinal (actitudes, valores, normas). Se sugiere plantearlos en forma general, para los alumnos y para el espacio curricular.
- (d) **Contenidos:** los contenidos constituyen el qué enseñar, los ejes conceptuales fundamentales de la materia, que deberán estar organizados de manera que puedan dar cuenta de la estructura conceptual de la disciplina.
Contenidos: Pueden organizarse en:
 - Unidades didácticas (deben llevar la denominación que dé cuenta de lo que se trata en ella).
 - Núcleos.
 - Ejes Temáticos (disciplinarios o interdisciplinarios)
- (e) **Metodologías de enseñanza:** incluye la descripción de las diferentes modalidades de las actividades teóricas y prácticas: teorías, coloquios, resolución de problemas, talleres, seminarios, trabajos prácticos, horarios de consulta, entre otras. En el planteo metodológico se explicitarán las formas de abordaje del objeto de conocimiento: de forma expositiva, con situaciones problemáticas, utilizando el método de casos, la demostración, etc. Además deberá incluir los recursos utilizados: apuntes, filmas, power point, materiales de estudio, website, TICs, etc. Es conveniente destacar las actividades de aprendizaje que se propondrán a los alumnos, como por ejemplo: toma de apuntes, búsqueda bibliográfica, comprensión de textos, resolución de problemas, preparación de trabajos monográficos, desarrollo conceptual, análisis y síntesis, estrategias organizativas (mapas y redes conceptuales), utilización de TICs, etc. En este apartado se incluyen todos los criterios pedagógicos a tener en cuenta durante el desarrollo del espacio curricular (concepción de enseñanza y de aprendizaje, estrategias de enseñanza propuesta, modalidades de los grupos de aprendizaje, etc.)
- (f) **Bibliografía:** se enunciará la bibliografía general y optativa para todo el espacio curricular, citando las fuentes según las convenciones vigentes. Se incluye la bibliografía correspondiente a la totalidad de los contenidos: de la teoría y de los trabajos prácticos.
- (i) **Básica o fundamental**
- (ii) **De consulta o complementaria**
- Bibliografía**
 Debe consignarse en el siguiente orden:
 Autor: APELLIDO (en mayúsculas) y Nombre
 Año de la edición
 Nombre de la Obra (subrayado entre comillas o en negrita)
 Lugar
 Editorial
- (g) **Aspectos organizativos:** aquí se señalarán los criterios de organización del espacio curricular (carga horaria, modalidad de trabajo, integración y funciones del equipo

de cátedra, etc.) Se explicitará la carga horaria total y por actividad (contemplando los mínimos establecidos por la normativa vigente)

- (h) Si correspondiere, se elevará el programa de actividades prácticas del espacio curricular.
- (i) Evaluación de alumnos/as regulares, libres y oyentes: según este marco referencial que proporciona la normativa vigente en la FBCB/ESS, con las particularidades de cada espacio curricular (formas de regularización, promoción, etc.), pudiendo ser escrito, oral o mixto, de desarrollo, estructurado, semi-estructurado o combinado. No podrá efectuarse cambios de modalidad sin que sea considerado por el Consejo Directivo.

ANEXO II

Pautas para la regularización y promoción de las asignaturas de las carreras de Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología y Licenciatura en Nutrición.

1 - La regularización de una asignatura implica que el/la alumno/a pueda dar cuenta de un nivel mínimo de conocimientos, destrezas y actitudes, etc. necesarios para el cursado de las asignaturas correlativas de aquel.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Química y Ciencias Biológicas

Ciudad Universitaria UNL
C.C. 212 - 8100074 - Santa Fe, Argentina
Tel: 0342 (540) 4865712 / 4865713 ext. 121
Fax: 0342 (540) 4865714

E-mail: informes@fbc.unl.edu.ar
Web: www.unl.edu.ar

2- Para regularizar una asignatura el/la alumno/a deberá alcanzar el mínimo exigible de las instancias académicas fijadas para tal fin, en el inciso anterior. Previo al dictado de la asignatura, los docentes explicitarán claramente cuáles son los objetivos y los contenidos fundamentales para su regularización.

3- La asistencia a las actividades obligatorias no podrá ser inferior al 80%. Cuando un alumno/a no pueda asistir a una evaluación obligatoria por causa grave, podrá solicitar al responsable del espacio curricular su justificación mediante nota acompañada de elementos probatorios, fijándose una nueva fecha para la misma.

4 - Cada asignatura deberá confeccionar una planilla de seguimiento para cada alumno/a según pautas establecidas a continuación.

5 - La promoción de una asignatura implica que el/la alumno/a pueda dar cuenta de conocimientos, destrezas, actitudes, etc., que garantice el logro de los objetivos de aprendizaje fijados para dicho espacio curricular, siendo la misma de carácter optativa. Se deberá garantizar un sistema de promoción total y se promocionarán mediante dos exámenes parciales. Las asignaturas de baja carga horaria se podrán promocionar mediante un único parcial. Entre dos parciales de asignaturas diferentes deberá existir un lapso de al menos 48 horas.

6- Para promocionar una asignatura mediante exámenes parciales el/la alumno/a deberá alcanzar como mínimo el 60% del puntaje total otorgado en cada uno de las instancias de evaluación. La nota final integradora correspondiente deberá estar de acuerdo al artículo 27º del presente régimen. La nota de la promoción tendrá una duración igual al tiempo que dure la regularidad.

7- Los/las alumnos/as que no hayan alcanzado el mínimo exigible para la regularización, según las pautas establecidas en el inciso 2, deberán disponer de instancias de recuperación. Luego de agotada la/s instancia/s de recuperación, los/las alumnos/as que no hayan alcanzado el mínimo exigible, serán considerados alumnos/as libres. Esta condición sólo se alcanzará al finalizar el dictado del espacio curricular.

8 - Los trabajos prácticos y/o problemas podrán ser evaluados incluyéndolos en las evaluaciones parciales o en forma individual.

9- Los/las alumnos/as que hayan promocionado una asignatura deberán inscribirse a examen personalmente en el Departamento Alumnado o por medios electrónicos previstos en el SIU-GUARANI. Además deberán verificar que se les coloque la nota correspondiente en el acta de examen.

10 - Cada una de las evaluaciones parciales tendrán una carga horaria máxima de 3 horas, y, salvo situaciones excepcionales, deberán llevarse a cabo en horarios centrales de clase definidos en la planificación de la asignatura.

11- A fin de que las evaluaciones sean formativas, los docentes deberán dar a conocer a los/las alumnos/as, cuáles son las deficiencias en las que han incurrido, dentro del lapso previamente fijado y publicitado por la asignatura en la planificación respectiva.

12- El/la alumno/a podrá visualizar los resultados de las evaluaciones parciales de promoción y finales en el SIU-GUARANI después de transcurridos 4 días hábiles de la fecha de realización del examen.

13- Debido a la existencia del régimen promocional, las cátedras deberán garantizar que la totalidad del programa analítico sea abordado en alguna instancia de aprendizaje y explicitar las unidades temáticas que comprenda, junto con un cronograma de actividades.

14- Las cátedras deberán adecuar los contenidos, previa coordinación horizontal y vertical, seleccionando los mismos de acuerdo a su representatividad, ejemplaridad, transferibilidad, convencionalidad y especificidad, como así también el tiempo afectado a su desarrollo, contemplando una carga horaria adicional de seis (6) horas semanales extracurriculares que el/la alumno/a destinará al estudio de la asignatura.



FECB

UNL

Pautas para la planilla de seguimiento de los alumnos.

*Dpto, Laboratorio, Cátedra, Asignatura, etc*AÑO CARRERA GRUPO:
APELLIDO Y NOMBRES (según DNI):

D.N.I. n°:

Procedencia:

¿Es recusante? SI – NO – Año:

¿Trabaja? SI – NO

Tel. p/ emergencias, Tel.
personal, Tel. celular:

e-mail:

@

PEGAR
FOTO 4X4
ACTUALIZADA**TRABAJOS PRÁCTICOS (si correspondiere)**

TRABAJO PRÁCTICO	Fecha	Asistencia	Evaluación	Observaciones
(Colocar la nómina de los T.P)				
1)				
2)				
Recupera p/regularizar NO Si correspondiere	SI /		Nota:	Condición:

FIRMA ALUMNO
ACLARACIÓN

ACLARACIÓN

FIRMA DOCENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias BiológicasCiudad Universitaria UNL
C.C. 212 - 91000740 - Santa Fe, Argentina
Tel: 0341-5401000/0101/0102/0103/0104/0105/0106/0107/0108/0109/0110/0111/0112/0113/0114/0115/0116/0117/0118/0119/0120/0121/0122/0123/0124/0125/0126/0127/0128/0129/0130/0131/0132/0133/0134/0135/0136/0137/0138/0139/0140/0141/0142/0143/0144/0145/0146/0147/0148/0149/0150/0151/0152/0153/0154/0155/0156/0157/0158/0159/0160/0161/0162/0163/0164/0165/0166/0167/0168/0169/0170/0171/0172/0173/0174/0175/0176/0177/0178/0179/0180/0181/0182/0183/0184/0185/0186/0187/0188/0189/0190/0191/0192/0193/0194/0195/0196/0197/0198/0199/0200/0201/0202/0203/0204/0205/0206/0207/0208/0209/0210/0211/0212/0213/0214/0215/0216/0217/0218/0219/0220/0221/0222/0223/0224/0225/0226/0227/0228/0229/0230/0231/0232/0233/0234/0235/0236/0237/0238/0239/0240/0241/0242/0243/0244/0245/0246/0247/0248/0249/0250/0251/0252/0253/0254/0255/0256/0257/0258/0259/0260/0261/0262/0263/0264/0265/0266/0267/0268/0269/0270/0271/0272/0273/0274/0275/0276/0277/0278/0279/0280/0281/0282/0283/0284/0285/0286/0287/0288/0289/0290/0291/0292/0293/0294/0295/0296/0297/0298/0299/0300/0301/0302/0303/0304/0305/0306/0307/0308/0309/0310/0311/0312/0313/0314/0315/0316/0317/0318/0319/0320/0321/0322/0323/0324/0325/0326/0327/0328/0329/0330/0331/0332/0333/0334/0335/0336/0337/0338/0339/0340/0341/0342/0343/0344/0345/0346/0347/0348/0349/0350/0351/0352/0353/0354/0355/0356/0357/0358/0359/0360/0361/0362/0363/0364/0365/0366/0367/0368/0369/0370/0371/0372/0373/0374/0375/0376/0377/0378/0379/0380/0381/0382/0383/0384/0385/0386/0387/0388/0389/0390/0391/0392/0393/0394/0395/0396/0397/0398/0399/0400/0401/0402/0403/0404/0405/0406/0407/0408/0409/0410/0411/0412/0413/0414/0415/0416/0417/0418/0419/0420/0421/0422/0423/0424/0425/0426/0427/0428/0429/0430/0431/0432/0433/0434/0435/0436/0437/0438/0439/0440/0441/0442/0443/0444/0445/0446/0447/0448/0449/0450/0451/0452/0453/0454/0455/0456/0457/0458/0459/0460/0461/0462/0463/0464/0465/0466/0467/0468/0469/0470/0471/0472/0473/0474/0475/0476/0477/0478/0479/0480/0481/0482/0483/0484/0485/0486/0487/0488/0489/0490/0491/0492/0493/0494/0495/0496/0497/0498/0499/0500/0501/0502/0503/0504/0505/0506/0507/0508/0509/0510/0511/0512/0513/0514/0515/0516/0517/0518/0519/0520/0521/0522/0523/0524/0525/0526/0527/0528/0529/0530/0531/0532/0533/0534/0535/0536/0537/0538/0539/0540/0541/0542/0543/0544/0545/0546/0547/0548/0549/0550/0551/0552/0553/0554/0555/0556/0557/0558/0559/0560/0561/0562/0563/0564/0565/0566/0567/0568/0569/0570/0571/0572/0573/0574/0575/0576/0577/0578/0579/0580/0581/0582/0583/0584/0585/0586/0587/0588/0589/0590/0591/0592/0593/0594/0595/0596/0597/0598/0599/0600/0601/0602/0603/0604/0605/0606/0607/0608/0609/0610/0611/0612/0613/0614/0615/0616/0617/0618/0619/0620/0621/0622/0623/0624/0625/0626/0627/0628/0629/0630/0631/0632/0633/0634/0635/0636/0637/0638/0639/0640/0641/0642/0643/0644/0645/0646/0647/0648/0649/0650/0651/0652/0653/0654/0655/0656/0657/0658/0659/0660/0661/0662/0663/0664/0665/0666/0667/0668/0669/0670/0671/0672/0673/0674/0675/0676/0677/0678/0679/0680/0681/0682/0683/0684/0685/0686/0687/0688/0689/0690/0691/0692/0693/0694/0695/0696/0697/0698/0699/0700/0701/0702/0703/0704/0705/0706/0707/0708/0709/0710/0711/0712/0713/0714/0715/0716/0717/0718/0719/0720/0721/0722/0723/0724/0725/0726/0727/0728/0729/0730/0731/0732/0733/0734/0735/0736/0737/0738/0739/0740/0741/0742/0743/0744/0745/0746/0747/0748/0749/0750/0751/0752/0753/0754/0755/0756/0757/0758/0759/0760/0761/0762/0763/0764/0765/0766/0767/0768/0769/0770/0771/0772/0773/0774/0775/0776/0777/0778/0779/0780/0781/0782/0783/0784/0785/0786/0787/0788/0789/0790/0791/0792/0793/0794/0795/0796/0797/0798/0799/0800/0801/0802/0803/0804/0805/0806/0807/0808/0809/0810/0811/0812/0813/0814/0815/0816/0817/0818/0819/0820/0821/0822/0823/0824/0825/0826/0827/0828/0829/0830/0831/0832/0833/0834/0835/0836/0837/0838/0839/0840/0841/0842/0843/0844/0845/0846/0847/0848/0849/0850/0851/0852/0853/0854/0855/0856/0857/0858/0859/0860/0861/0862/0863/0864/0865/0866/0867/0868/0869/0870/0871/0872/0873/0874/0875/0876/0877/0878/0879/0880/0881/0882/0883/0884/0885/0886/0887/0888/0889/0890/0891/0892/0893/0894/0895/0896/0897/0898/0899/0900/0901/0902/0903/0904/0905/0906/0907/0908/0909/0910/0911/0912/0913/0914/0915/0916/0917/0918/0919/0920/0921/0922/0923/0924/0925/0926/0927/0928/0929/0930/0931/0932/0933/0934/0935/0936/0937/0938/0939/0940/0941/0942/0943/0944/0945/0946/0947/0948/0949/0950/0951/0952/0953/0954/0955/0956/0957/0958/0959/0960/0961/0962/0963/0964/0965/0966/0967/0968/0969/0970/0971/0972/0973/0974/0975/0976/0977/0978/0979/0980/0981/0982/0983/0984/0985/0986/0987/0988/0989/0990/0991/0992/0993/0994/0995/0996/0997/0998/0999/1000/1001/1002/1003/1004/1005/1006/1007/1008/1009/1010/1011/1012/1013/1014/1015/1016/1017/1018/1019/1020/1021/1022/1023/1024/1025/1026/1027/1028/1029/1030/1031/1032/1033/1034/1035/1036/1037/1038/1039/1040/1041/1042/1043/1044/1045/1046/1047/1048/1049/1050/1051/1052/1053/1054/1055/1056/1057/1058/1059/1060/1061/1062/1063/1064/1065/1066/1067/1068/1069/1070/1071/1072/1073/1074/1075/1076/1077/1078/1079/1080/1081/1082/1083/1084/1085/1086/1087/1088/1089/1090/1091/1092/1093/1094/1095/1096/1097/1098/1099/1100/1101/1102/1103/1104/1105/1106/1107/1108/1109/1110/1111/1112/1113/1114/1115/1116/1117/1118/1119/1120/1121/1122/1123/1124/1125/1126/1127/1128/1129/1130/1131/1132/1133/1134/1135/1136/1137/1138/1139/1140/1141/1142/1143/1144/1145/1146/1147/1148/1149/1150/1151/1152/1153/1154/1155/1156/1157/1158/1159/1160/1161/1162/1163/1164/1165/1166/1167/1168/1169/1170/1171/1172/1173/1174/1175/1176/1177/1178/1179/1180/1181/1182/1183/1184/1185/1186/1187/1188/1189/1190/1191/1192/1193/1194/1195/1196/1197/1198/1199/1200/1201/1202/1203/1204/1205/1206/1207/1208/1209/1210/1211/1212/1213/1214/1215/1216/1217/1218/1219/1220/1221/1222/1223/1224/1225/1226/1227/1228/1229/1230/1231/1232/1233/1234/1235/1236/1237/1238/1239/1240/1241/1242/1243/1244/1245/1246/1247/1248/1249/1250/1251/1252/1253/1254/1255/1256/1257/1258/1259/1260/1261/1262/1263/1264/1265/1266/1267/1268/1269/1270/1271/1272/1273/1274/1275/1276/1277/1278/1279/1280/1281/1282/1283/1284/1285/1286/1287/1288/1289/1290/1291/1292/1293/1294/1295/1296/1297/1298/1299/1300/1301/1302/1303/1304/1305/1306/1307/1308/1309/1310/1311/1312/1313/1314/1315/1316/1317/1318/1319/1320/1321/1322/1323/1324/1325/1326/1327/1328/1329/1330/1331/1332/1333/1334/1335/1336/1337/1338/1339/1340/1341/1342/1343/1344/1345/1346/1347/1348/1349/1350/1351/1352/1353/1354/1355/1356/1357/1358/1359/1360/1361/1362/1363/1364/1365/1366/1367/1368/1369/1370/1371/1372/1373/1374/1375/1376/1377/1378/1379/1380/1381/1382/1383/1384/1385/1386/1387/1388/1389/1390/1391/1392/1393/1394/1395/1396/1397/1398/1399/1400/1401/1402/1403/1404/1405/1406/1407/1408/1409/1410/1411/1412/1413/1414/1415/1416/1417/1418/1419/1420/1421/1422/1423/1424/1425/1426/1427/1428/1429/1430/1431/1432/1433/1434/1435/1436/1437/1438/1439/1440/1441/1442/1443/1444/1445/1446/1447/1448/1449/1450/1451/1452/1453/1454/1455/1456/1457/1458/1459/1460/1461/1462/1463/1464/1465/1466/1467/1468/1469/1470/1471/1472/1473/1474/1475/1476/1477/1478/1479/1480/1481/1482/1483/1484/1485/1486/1487/1488/1489/1490/1491/1492/1493/1494/1495/1496/1497/1498/1499/1500/1501/1502/1503/1504/1505/1506/1507/1508/1509/1510/1511/1512/1513/1514/1515/1516/1517/1518/1519/1520/1521/1522/1523/1524/1525/1526/1527/1528/1529/1530/1531/1532/1533/1534/1535/1536/1537/1538/1539/1540/1541/1542/1543/1544/1545/1546/1547/1548/1549/1550/1551/1552/1553/1554/1555/1556/1557/1558/1559/1560/1561/1562/1563/1564/1565/1566/1567/1568/1569/1570/1571/1572/1573/1574/1575/1576/1577/1578/1579/1580/1581/1582/1583/1584/1585/1586/1587/1588/1589/1590/1591/1592/1593/1594/1595/1596/1597/1598/1599/1600/1601/1602/1603/1604/1605/1606/1607/1608/1609/1610/1611/1612/1613/1614/1615/1616/1617/1618/1619/1620/1621/1622/1623/1624/1625/1626/1627/1628/1629/1630/1631/1632/1633/1634/1635/1636/1637/1638/1639/1640/1641/1642/1643/1644/1645/1646/1647/1648/1649/1650/1651/1652/1653/1654/1655/1656/1657/1658/1659/1660/1661/1662/1663/1664/1665/1666/1667/1668/1669/1670/1671/1672/1673/1674/1675/1676/1677/1678/1679/1680/1681/1682/1683/1684/1685/1686/1687/1688/1689/1690/1691/1692/1693/1694/1695/1696/1697/1698/1699/1700/1701/1702/1703/1704/1705/1706/1707/1708/1709/1710/1711/1712/1713/1714/1715/1716/1717/1718/1719/1720/1721/1722/1723/1724/1725/1726/1727/1728/1729/1730/1731/1732/1733/1734/1735/1736/1737/1738/1739/1740/1741/1742/1743/1744/1745/1746/1747/1748/1749/1750/1751/1752/1753/1754/1755/1756/1757/1758/1759/1760/1761/1762/1763/1764/1765/1766/1767/1768/1769/1770/1771/1772/1773/1774/1775/1776/1777/1778/1779/1780/1781/1782/1783/1784/1785/1786/1787/1788/1789/1790/1791/1792/1793/1794/1795/1796/1797/1798/1799/1800/1801/1802/1803/1804/1805/1806/1807/1808/1809/1810/1811/1812/1813/1814/1815/1816/1817/1818/1819/1820/1821/1822/1823/1824/1825/1826/1827/1828/1829/1830/1831/1832/1833/1834/1835/1836/1837/1838/1839/1840/1841/1842/1843/1844/1845/1846/1847/1848/1849/1850/1851/1852/1853/1854/1855/1856/1857/1858/1859/1860/1861/1862/1863/1864/1865/1866/1867/1868/1869/1870/1871/1872/1873/1874/1875/1876/1877/1878/1879/1880/1881/1882/1883/1884/1885/1886/1887/1888/1889/1890/1891/1892/1893/1894/1895/1896/1897/1898/1899/1900/1901/1902/1903/1904/1905/1906/1907/1908/1909/1910/1911/1912/1913/1914/1915/1916/1917/1918/1919/1920/1921/1922/1923/1924/1925/1926/1927/1928/1929/1930/1931/1932/1933/1934/1935/1936/1937/1938/1939/1940/1941/1942/1943/1944/1945/1946/1947/1948/1949/1950/1951/1952/1953/1954/1955/1956/1957/1958/1959/1960/1961/1962/1963/1964/1965/1966/1967/1968/1969/1970/1971/1972/1973/1974/1975/1976/1977/1978/1979/1980/1981/1982/1983/1984/1985/1986/1987/1988/1989/1990/1991/1992/1993/1994/1995/1996/1997/1998/1999/2000/2001/2002/2003/2004/2005/2006/2007/2008/2009/2010/2011/2012/2013/2014/2015/2016/2017/2018/2019/2020/2021/2022/2023/2024/2025/2026/2027/2028/2029/2030/2031/2032/2033/2034/2035/2036/2037/2038/2039/2040/2041/2042/2043/2044/2045/2046/2047/2048/2049/2050/2051/2052/2053/2054/2055/2056/2057/2058/2059/2060/2061/2062/2063/2064/2065/2066/2067/2068/2069/2070/2071/2072/2073/2074/2075/2076/2077/2078/2079/2080/2081/2082/2083/2084/2085/2086/2087/2088/2089/2090/2091/2092/2093/2094/2095/2096/2097/2098/2099/2100/2101/2102/2103/2104/2105/2106/2107/2108/2109/2110/2111/2112/2113/2114/2115/2116/2117/2118/2119/2120/2121/2122/2123/2124/2125/2126/2127/2128/2129/2130/2131/2132/2133/2134/2135/2136/2137/2138/2139/2140/2141/2142/2143/2144/2145/2146/2147/2148/2149/2150/2151/2152/2153/2154/2155/2156/2157/2158/2159/2160/2161/2162/2163/2164/2165/2166/2167/2168/2169/2170/2171/2172/2173/2174/2175/2176/2177/2178/2179/2180/2181/2182/2183/2184/2185/2186/2187/2188/2189/2190/2191/2192/2193/2194/2195/2196/2197/2198/2199/2200/2201/2202/2203/2204/2205/2206/2207/2208/2209/2210/2211/2212/2213/2214/2215/2216/2217/2218/2219/2220/2221/2222/2223/2224/2225/2226/2227/2228/2229/2230/2231/2232/2233/2234/2235/2236/2237/2238/2239/2240/2241/2242/2243/2244/2245/2246/2247/2248/2249/2250/2251/2252/2253/2254/2255/2256/2257/2258/2259/2260/2261/2262/2263/2264/2265/2266/2267/2268/2269/2270/2271/2272/2273/2274/2275/2276/2277/2278/2279/2280/2281/2282/2283/2284/2285/2286/2287/2288/2289/2290/2291/2292/2293/2294/2295/2296/2297/2298/2299/2300/2301/2302/2303/2304/2305/2306/2307/2308/2309/2310/2311/2312/2313/2314/2315/2316/2317/2318/2319/2320/2321/2322/2323/2324/2325/2326/2327/2328/2329/2330/2331/2332/2333/2334/2335/2336/2337/2338/2339/2340/2341/2342/2343/2344/2345/2346/2347/2348/

COLOQUIOS (si correspondiere)

Nº	TEMA	Fecha	Asistencia	Nº	TEMA	Fecha	Asistencia
1				7			
2				8			
3				9			
4				10			
5				11			
6							

FIRMA DOCENTE DE COLOQUIO**ACLARACIÓN***Dpto, Laboratorio, Cátedra, Asignatura, etc*

Apellido y nombres:

EXÁMENES**Exámenes Recuperatorios de las instancias de regularidad**

1º Instancia		2º Instancia	
--------------	--	--------------	--

Exámenes Parciales de Promoción:

	Práctica	Teoría	Promedio	Firma del alumno – si correspondiere
1º PARCIAL				
2º PARCIAL				
PROMEDIO GENERAL				

Condición final de cursado:

ABANDONÓ	LIBRE	REGULAR
NO Promociona	Promociona	
CALIFICACION FINAL		

FBCB

UNL

FIRMA DOCENTE

ACLARACIÓN

Exámenes Finales:

N°	FECHA	PROBLEMAS	TEORÍA	CALIFICACIÓN FINAL
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias Biológicas

Ciudad Universitaria UNL
C.C. 202 - 3000074 - Santa Fe, Argentina
Tel: 0342-540100 ext. 2722/2723/2724/2725
Fax: 0342-540100 ext. 2722/2723

E-mail: inform@fbcb.unl.edu.ar
Web: www.fbcb.unl.edu.ar

ANEXO III

Pautas para la regularización y promoción de los espacios curriculares de las carreras de Licenciatura en Terapia Ocupacional, Licenciatura en Saneamiento Ambiental, Licenciatura en Higiene y Seguridad en el Trabajo y Licenciatura en Administración de Salud

1 - La regularización de una asignatura implica por parte del alumno/a haber alcanzado un nivel de conocimientos, destrezas, actitudes, mínimo necesario para el cursado de los espacios curriculares correlativo de aquellas y de acuerdo a la planificación de cátedras. Previo al dictado de la asignatura los docentes explicitarán claramente las condiciones de regularización de la misma.

2 - La asistencia a las actividades obligatorias no podrá ser inferior al 80%.

3 - La promoción de una asignatura implica por parte del alumno/a haber superado un nivel de conocimientos, destrezas y actitudes, exigidas para alcanzar dicha condición y que garantice el logro de los objetivos de aprendizaje fijados. Las asignaturas podrán ofrecer un sistema de promoción total y/o parcial de la misma.

Las asignaturas que opten por un sistema de promoción deberán ofrecer como mínimo dos exámenes parciales. En todos los casos, se contemplará un lapso de al menos 48 horas entre ellos. Las asignaturas de baja carga horaria se podrán promocionar mediante un único parcial.

4 - Para promocionar una asignatura mediante exámenes parciales el alumno deberá alcanzar como mínimo el 60% del total exigible de las distintas actividades académicas desarrolladas (trabajos prácticos, coloquios, teorías u otras). La nota de la promoción tendrá una duración igual al tiempo que dure la regularidad.

5 - Los/las alumnos/as que no hayan cumplido con las pautas establecidas para la condición de regularidad, dispondrán de una instancia de recuperación. Luego de agotada la instancia serán considerados libres en la asignatura.

6 - En las asignaturas que cuentan con un régimen de promoción, los/las alumnos/as que hayan alcanzado la regularidad pero que no reúnan las condiciones requeridas para la promoción deberán rendir la totalidad de los contenidos en un examen final.

7 - Los/las alumnos/as que hayan promocionado una asignatura deberán inscribirse a examen personalmente en el Departamento Alumnado o por medios electrónicos previstos en el SIU-GUARANI. Además deberán verificar que se les coloque la nota correspondiente en el acta de examen.

8 - Los trabajos prácticos y/o problemas podrán ser evaluados incluyéndolos en las evaluaciones parciales o en forma individual.

9 - Cada una de las evaluaciones parciales tendrán una carga horaria máxima de 3 horas y salvo situaciones excepcionales, deberán llevarse a cabo en horarios centrales de clase.

10 - A fin de que las evaluaciones sean formativas, los docentes deberán dar a conocer a

los/las alumnos/as, cuáles son las deficiencias en las que han incurrido, dentro del lapso previamente fijado y publicitado por la asignatura.

11 - El/la alumno/a podrá visualizar los resultados de las evaluaciones de los finales en el SIU-GUARANÍ después de transcurridos 4 días hábiles del examen.

12- De las Prácticas y Trabajo Final de la Licenciatura en Terapia Ocupacional

La inscripción y el comienzo a cada período de prácticas, se regirán por el Calendario de Práctica vigente a tal fin, el que se confeccionará sobre la base del Calendario Académico vigente aprobado por Consejo Directivo. A sus efectos los alumnos deberán tener al menos dos oportunidades de Turno de Exámenes previos a la Inscripción de cada período.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Química y Ciencias Biológicas

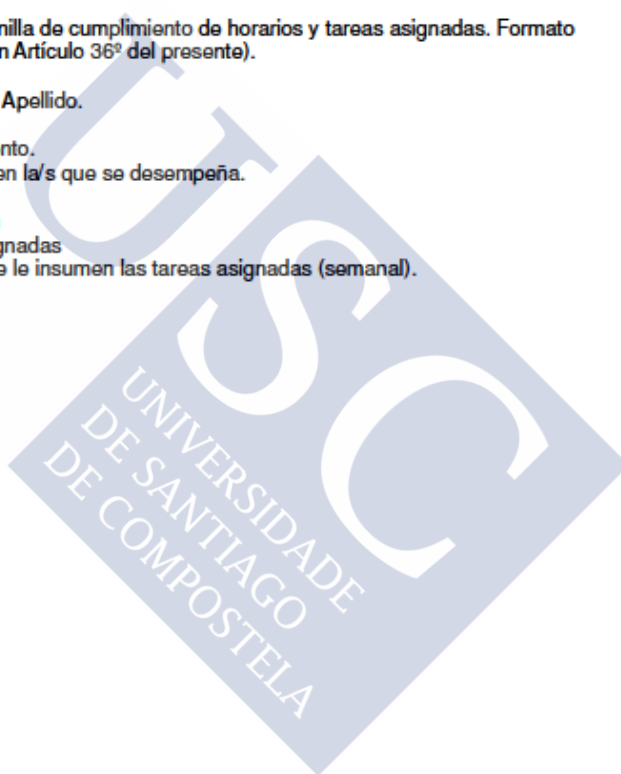
Ciudad Universitaria UNL
P.O. 312 - 5100074 - Santa Fe, Argentina
Tel: 0343 (540) 4805715 / 0343 (540) 4805716
Fax: 0343 (540) 4805717

E-mail: informes@unl.edu.ar
Web: www.unl.edu.ar

ANEXO IV

Pautas para la planilla de cumplimiento de horarios y tareas asignadas. Formato electrónico. (Según Artículo 36º del presente).

- Nombres y Apellido.
- Carrera/s
- Departamento.
- Cátedra/s en la/s que se desempeña.
- Cargo/s
- Dedicación
- Tareas asignadas
- Tiempo que le insumen las tareas asignadas (semanal).



ANEXO V

Pautas para la presentación de la Memoria Anual por Laboratorio, Departamento, Cátedra y / o asignatura. Formato electrónico.

I. EQUIPO DE TRABAJO

I.1. PERSONAL DOCENTE Y/O DE INVESTIGACIÓN: Nombre y apellido con título de grado y posgrado (si lo hubiera), cargo docente, cargo CONICET (si tuviera), categoría como docente-investigador.

I.2. BECARIOS: Nombre y apellido, tipo de beca (grado, posgrado), institución que la otorgó.

II. ACTIVIDADES ACADÉMICAS**II.1. DICTADO DE ASIGNATURAS Y CURSOS ELECTIVOS:**

i. II.1.1. Carreras de Grado: Nombre de la asignatura, carreras en las que se dicta, fecha en que se dicta (1^{er} o 2^o cuatrimestre)

ii. II.1.2. Carreras a Término (PROCAT): Nombre de la asignatura, carreras en las que se dicta, presencial o a distancia, fecha en que se dicta (1^{er} o 2^o cuatrimestre)

II.2. DICTADO DE CURSOS:

(Según Reglamento General de Cursos - Resol. CD N° 149/06)

II.2.1. Cursos de Posgrado (Actualización, Perfeccionamiento y Capacitación) y/o de Extensión: Nombre del curso, director, colaboradores, presencial o a distancia, fecha y lugar de realización.

II.2.2. Cursos de las Carreras Universitarias de Posgrado (Especialización, Maestría y Doctorado): Nombre del curso, director, colaboradores, créditos que otorga para las Carreras de Posgrado, fecha y lugar de realización)

II.3. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN DOCENCIA:

II.3.1. Sistema de Formación Extracurricular en Docencia: Nombre y apellido del pasante, asignatura en la que se realiza, tema del trabajo, director, co-director, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución.

II.3.2. Servicios en Docencia para Graduados: Nombre y apellido del pasante, asignatura en la que se realiza, tema del trabajo, director, co-director, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución

III. ACTIVIDADES DE INVESTIGACION**III.1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN CURSO:**

Título del proyecto, director (Nombre y apellido, cargo e institución si no es U.N.L.), co-director o sub-director (Nombre y apellido, cargo e institución si no es U.N.L.), integrantes del proyecto (Nombre y apellido, cargo e Institución si no es U.N.L.), institución que financia el trabajo (U.N.L., CONICET, ANPCy T, otra), tipo de subsidio (CAI+D, PNS U.N.L., PIP, PIA CONICET, otro), Monto total asignado, fecha de inicio y finalización del subsidio.

III.2. ORGANIZACIÓN DE EVENTOS CIENTÍFICOS:

Tipo de evento (congreso, jornadas, talleres, reuniones, etc.), nombre del evento, institución que lo organiza, participación de la cátedra, laboratorio, etc., en la organización, lugar y fecha de realización.

III.3. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA:

III.3.1. Artículos en publicaciones periódicas: Título del trabajo, autor(es), revista, volumen, número, año.

III.3.2. Artículos en libros: Título del trabajo, autor(es), título del libro, editor(es) del libro,

capítulo(s), página inicial y final, tipo de artículo (invitado, resumen congreso, artículo congreso), editorial del libro, lugar de impresión, código ISBN.

III.3.3. Libros: Título del libro, autor(es), editor(es) del libro, editorial del libro, lugar de impresión, código ISBN.

III.3.4. Presentaciones en reuniones científicas, congresos: Título del trabajo, autor(es), evento, institución organizadora, lugar y fecha del evento, tipo de presentación (oral, póster).

III.3.5. Exposiciones orales en seminarios, conferencias, talleres: Expositor (nombre y apellido), título de la presentación, evento en que se expuso, institución organizadora, lugar y fecha de realización.

III.3.6. Divulgación científica (escrita y oral): Título del artículo, medio en que se difundió, volumen y número, página inicial y final (si fuera escrita), fecha.

III.4. PRODUCCIÓN TECNOLÓGICA:

III.4.1. Patentes y registros de propiedad intelectual: Objeto de la misma.

III.4.2. Proyectos de Innovación Tecnológica (FONTAR, FONCyT y otros): Objetivo, instituciones, fecha de inicio y finalización, monto total del contrato.

III.5. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN INVESTIGACIÓN:

III.5.1. Alumnos de Posgrado: Nombre y apellido, director (Cargo e institución, si es o no de la U.N.L.), co-director (Cargo e institución si no es U.N.L.), tema de tesis, carrera de posgrado, fecha de admisión a la carrera, estado de la tesis (en desarrollo, aprobada-fecha)

III.5.2. Becarios: Nombre y apellido, tipo de beca (Iniciación, Perfeccionamiento, Formación Superior U.N.L., Iniciación, Perfeccionamiento CONICET, FOMEC, otras), entidad otorgante, tema del trabajo, director (cargo e Institución si no es de la U.N.L.), co-director (cargo e institución si no es de la U.N.L.), lugar de realización, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución.

III.5.3. Sistema de Formación Extracurricular en Investigación: Nombre y apellido, tema del trabajo, director, co-director, lugar de realización, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución.

III.5.4. Servicios en Investigación para Graduados: Nombre y apellido, tema del trabajo, director, co-director, lugar de realización, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución.

III.5.5. Estancias Posdoctorales ó de Perfeccionamiento: Nombre y apellido, tipo de actividad (estancia posdoctoral, estancia de perfeccionamiento, otras), fecha de inicio y finalización, lugar de realización, organismo(s) que financió la actividad.

III.5.6. Ingresos y Promociones en Carrera de Investigador de CONICET: Nombre y apellido, categoría original y nueva, Fecha de ingreso, N° de Resolución.

IV. EXTENSION

IV.1. PROYECTOS DE EXTENSIÓN:

Título, director (Nombre y apellido, cargo e institución si no es U.N.L.), co-director o sub-director (Nombre y apellido, cargo e institución si no es U.N.L.), integrantes del proyecto (Nombre y apellido, cargo e institución si no es U.N.L.), tipo de proyecto (PEIS, PEC, etc.), institución que financia el trabajo, tipo de subsidio, monto total asignado, fecha de inicio y finalización.

IV.2. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN EXTENSIÓN

IV.2.1. Becarios: Nombre y apellido, entidad otorgante, tema del trabajo, director (cargo e institución si no es de la U.N.L.), co-director (cargo e institución si no es de la U.N.L.), lugar de realización, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución.

IV.2.2. Sistema de Formación Extracurricular en investigación: Nombre y apellido del pasante, tema del trabajo, director, co-director, lugar de realización, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución.

IV.2.3. Servicios en Investigación para Graduados: Nombre y apellido del pasante, tema del trabajo, director, co-director, lugar de realización, fecha de inicio y finalización, N° de Resolución.

V. SERVICIOS A TERCEROS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

V.1. SERVICIOS:

Objetivos, comitente, responsable del servicio (dependencia, grupo o docente), tipo de servicio (S.E.T. – S.A.T. / "A" ó "B"), convenio suscrito, institución(es) con quien está suscrito, fecha de inicio y finalización, monto total de las acciones.

V.2. CONVENIOS DE VINCULACIÓN TECNOLÓGICA Y DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA:

Objetivo, institución(es) con quien está suscrito, fecha de inicio y finalización.

VI. RELACIONES INTERINSTITUCIONALES

Relaciones mantenidas con diversas instituciones a nivel académico, científico-tecnológico, etc. Convenios de cooperación (si los hubiera): Objetivo, Institución(es) con quien está suscripto, fecha de inicio y finalización.

VII. VARIOS

Toda actividad que a su juicio merezca ser tenida en cuenta para la elaboración de la Memoria. (Por ej.: premios, menciones, miembros de Sociedades Científicas, cursos relevantes para la formación de recursos humanos realizados por miembros del equipo, visitas relevantes de investigadores de otras instituciones, etc.).



ANEXO 2

INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN





Instrumento Inicio 2010





ENCUESTA: DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PARA EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SECUENCIAS DE ENSEÑANZA

Estimado estudiante, te rogamos que tengas a bien contestar, **lo más detalladamente posible y en forma individual**, las preguntas que se te presentan.

Con esta encuesta se pretende investigar determinadas competencias científicas, en una determinada etapa de instrucción.

El siguiente instrumento, no forma parte de la evaluación de ningún curso. Sólo se utilizará para identificar prioridades a la hora de diseñar y planificar secuencias de enseñanza.

Te agradecemos sinceramente tu colaboración.

**FBCB
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

CUESTIONARIO DE CONTEXTO
DATOS

FECHA: / /

ALUMNO/A

APELLIDO Y NOMBRE/S: _____

EDAD: _____ NACIONALIDAD: _____

PROCEDENCIA (lugar de origen): _____

ESCUELA SECUNDARIA: _____ MODALIDAD: _____

PÚBLICA O PRIVADA: _____

ACADÉMICO

CARRERA: Marca con una ☒ lo que corresponda.

BIOQUÍMICA †

LIC. EN BIOTECNOLOGÍA †

AÑO DE INGRESO: _____

AÑO DE CARRERA ACTUAL: _____

NOMBRE ASIGNATURA QUE CURSA: _____ 1^{ER}. SEMESTRE

MADRE

PERFIL EDUCATIVO: Marca con una ☒ lo que corresponda.

PRIMARIO †

SECUNDARIO †

TERCIARIO †

UNIVERSITARIO †

OCUPACIÓN: _____

PADRE

PERFIL EDUCATIVO: Marca con una ☒ lo que corresponda.

PRIMARIO †

SECUNDARIO †

TERCIARIO †

UNIVERSITARIO †

OCUPACIÓN: _____

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA

PISA 2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (OCDE 2008, p.110).

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



Pregunta 1: LLUVIA ÁCIDA

[Pregunta 2 (S485Q02), OCDE 2008, p.110].

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde proceden los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno que hay en el aire?

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 1

Máxima puntuación: 2 puntos

Cualquiera de las siguientes: gases de escape de los automóviles, emisiones de las industrias, combustión de combustibles fósiles como carbón y petróleo, gases de los volcanes y otras cosas similares.

- *De quemar carbón y gas.*
- *Los óxidos del aire vienen de la contaminación producida por fábricas e industrias.*
- *Volcanes.*
- *Gases de las centrales eléctricas. [En este caso central eléctrica incluye las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles].*
- *Proceden de la combustión de materiales que contienen azufre y nitrógeno.*

Puntuación parcial. 1 punto

Las respuestas incluyen una fuente de contaminación incorrecta y otra correcta.

- *Combustibles fósiles y plantas nucleares. [Las centrales de energía nuclear no son una fuente de lluvia ácida].*
- *Los óxidos que se forman a partir del ozono, de la atmósfera y de los meteoritos que vienen a la Tierra. También la combustión de combustibles fósiles.*

Respuestas que hacen referencia a contaminación pero no dan una fuente de contaminación que sea una causa importante de lluvia ácida.

- *La contaminación.*
- *El medio ambiente en general, la atmósfera en la que vivimos; por ejemplo, contaminación.*
- *La gasificación, la contaminación, los fuegos, los cigarrillos. [No está claro lo que significa gasificación; fuegos no queda suficientemente especificado. El humo de los cigarrillos no es una causa relevante de lluvia ácida],*
- *La contaminación como la de las centrales nucleares.*

Nota de corrección: Mencionar solamente contaminación es suficiente para asignar el Puntuación parcial. Todo ejemplo que acompañe a esta palabra será valorado para saber si la respuesta merece la Puntuación total.

Ninguna puntuación

Otras respuestas, incluyendo aquellas que no mencionen contaminación y que no proporcionen una causa importante de lluvia ácida.

- *Son emitidos por los plásticos.*
- *Son componentes naturales del aire.*

- Los cigarrillos.
 - El carbón y el petróleo. [No es suficientemente precisa. No hace referencia a la combustión].
 - Centrales de energía nuclear.
 - Residuos industriales. [No es suficientemente precisa].
- Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).
Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia)

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Global (social)

Comentario

Esta pregunta exige que el alumno explique el origen del azufre y del nitrógeno en el aire. Las respuestas correctas requieren que demuestren comprender los agentes químicos originados por los escapes de los coches, las emisiones de las fábricas y la quema de combustibles fósiles. Deben saber que los óxidos de azufre y nitrógeno son productos de la oxidación de la mayoría de los combustibles fósiles o que surgen de la actividad volcánica.

Los alumnos muestran la capacidad de recordar hechos relevantes y, por lo tanto, de explicar que la fuente de los gases que contribuyen a la lluvia ácida son los agentes contaminantes atmosféricos.

El conocimiento de que la oxidación deriva en la producción de estos gases coloca a la pregunta en el área de contenido «Sistemas físicos». Puesto que la lluvia ácida es un peligro relativamente local, el marco es social.

Atribuir los gases a una contaminación no especificada también es una respuesta aceptable. También está relacionada con la competencia explicar fenómenos de manera científica.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 2: LLUVIA ÁCIDA

Escribe y explica, lo más detalladamente posible, las ecuaciones químicas que simbolizan las reacciones que generan tanto la acidez natural del agua como el exceso de acidez en la misma.

.....

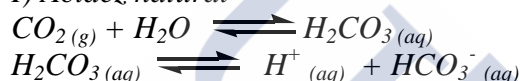
B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 2

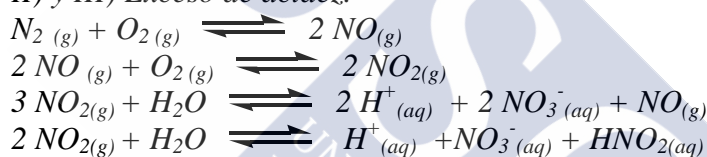
Máxima puntuación: 2 puntos

Todas las siguientes reacciones y sus respectivas explicaciones utilizando nomenclatura química:

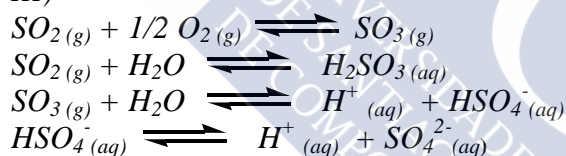
I) Acidez natural



II) y III) Exceso de acidez:



III)



Puntuación parcial. 1 punto

Dado el número de reacciones (varios incisos), la respuesta incluye al menos una reacción correcta, con o sin explicaciones.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario

La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto. Además supone que tenga un dominio del lenguaje simbólico correspondiente (nomenclatura química).

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 3: LLUVIA ÁCIDA

Diseña un experimento científico para comprobar que la lluvia ácida corroe el mármol.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 3

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta debe contener una descripción del método utilizado en el que se identifiquen el problema objeto de investigación, las variables que intervienen (lluvia ácida/mármol) y los efectos o reacciones que se producen (relación entre variables).

El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (mármol) fueron causados por la variable independiente (agua ácida).

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye una descripción de condiciones, pero no establece variables ni una relación causa-efecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

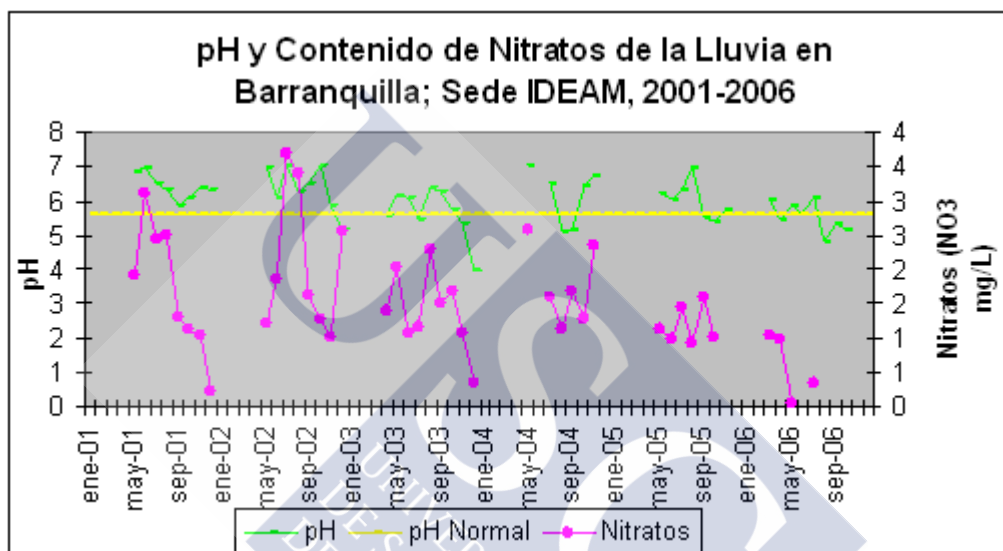
Comentario

Se pretende que el alumno elabore un diseño experimental netamente cualitativo, por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (mármol) son causados por la variable independiente (agua ácida). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 4: LLUVIA ÁCIDA

A pesar de las actividades económicas e industriales de Barranquilla (Colombia), las cuales aumentan la probabilidad de acidificación de la atmósfera, esta ciudad se encuentra influenciada por la brisa del Mar Caribe, efecto que puede neutralizar cualquier proceso de acidificación en el medio. Este fenómeno se debe específicamente a la evaporación del agua de mar la cual, al reaccionar en la atmósfera con las sustancias productoras de lluvia ácida, ejerce una función neutralizadora.



Gráfica: tomada de IDEAM

(<http://www.ideam.gov.co:8080/sectores/Copia%20de%20Lluvia/LLuviaAcidaEIPrograma.html> 05-03-10)

La línea amarilla representa el pH normal de la lluvia (5,65)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

☐ Los valores de pH, generalmente por encima del rango normal, indican que no ha existido acidificación de la lluvia, situación generada muy probablemente por el efecto que la brisa marina ejerce sobre la ciudad.

☐ Los valores de pH mantienen un comportamiento con una preponderancia de valores por encima de 5.6, demostrando una notable disminución generalmente entre septiembre y noviembre de todos los años,

☐ Existe relación directa entre la concentración de nitratos y el pH en el año 2002.

☐ Los valores de pH mantienen un comportamiento de valores por debajo de 5.6, con disminución en enero de 2002 y el mismo mes de 2005.

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 4

Puntuación máxima: 2 puntos

Solamente la primera afirmación se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye la afirmación correcta y una incorrecta.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple simple.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Personal.

Comentario

Los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 5: LLUVIA ÁCIDA

[Pregunta 3 (S485Q03), OCDE 2008, p.111-112. Ligeramente modificada].

Para comprobar cómo afecta la lluvia ácida a las estatuas originales de mármol, un grupo de estudiantes diseñaron el siguiente experimento:

1. Midieron la masa de una astilla de mármol seca y vieron que era de 2,0 gramos.
2. Sumergieron la astilla de mármol en vinagre durante toda una noche. Al poner la astilla de mármol en vinagre, observaron que se forman burbujas de gas. El vinagre y la lluvia ácida tienen prácticamente el mismo nivel de acidez.
3. Al día siguiente, sacaron la astilla de mármol, la secaron y midieron su masa.

a) ¿Cuál crees que es la masa de la astilla de mármol seca que obtuvieron los estudiantes en el tercer punto del experimento? Marca con una ☒ una sola opción.

- ☐ A Menos de 2,0 gramos.
- ☐ B Exactamente 2,0 gramos.
- ☐ C Entre 2,0 y 2,4 gramos.
- ☐ D Más de 2,4 gramos.

b) Explica, lo más detalladamente posible, la respuesta que hayas elegido.

.....

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA; puntuación de la pregunta 5

Máxima puntuación: 2 puntos

a) A. Menos de 2,0 gramos.

b) Explicación: Además de la prueba descriptiva ofrecida, el alumno deberá también basarse en el conocimiento de que una reacción química es la fuente de las burbujas de gas y que dicha reacción está actuando, en parte, sobre los agentes químicos de la esquila de mármol. Por consiguiente, la esquila de mármol perderá masa.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos la afirmación correcta sin explicación.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilizar pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: *Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).
Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia).*
Área de aplicación: *Medio ambiente.*
Marco o Contexto: *Personal*

Comentario

Para la competencia utilizar pruebas científicas, esta pregunta pide que el alumno utilice la información proporcionada para llegar a una conclusión acerca de los efectos del vinagre sobre el mármol, un modelo sencillo de la influencia de la lluvia ácida sobre el mármol. Varios elementos de información con los cuales un alumno puede llegar a una conclusión acompañan esta pregunta. Puesto que el conocimiento de un proceso químico es un requisito previo para llegar a la conclusión correcta, esta pregunta pertenece al área de contenidos «Sistemas físicos». La aplicación trata del peligro de la lluvia ácida, pero el experimento se refiere al individuo y, por lo tanto, el marco es personal.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 6: LLUVIA ÁCIDA

[Pregunta 3 (S485Q05), OCDE 2008, p.112-113.].

Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron astillas de mármol en agua pura (destilada) durante toda una noche.

Explica, lo más detalladamente posible, por qué los alumnos incluyeron este paso en su experimento.

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 6

Máxima puntuación: 2 puntos

Para comparar con la prueba del mármol en vinagre y demostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

- *Para asegurarse de que el agua de la lluvia debe ser ácida, como la lluvia ácida, para causar esta reacción.*
- *Para ver si los agujeros en las astillas de mármol son debidos a otra causa.*
- *Porque ésta muestra que las astillas de mármol no reaccionan con ningún otro líquido porque el agua es neutra.*

Puntuación parcial: 1 punto

Para comparar con la prueba del vinagre y el mármol, pero no queda claro que se hace para demostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

- *Para comparar con el otro tubo de ensayo.*
- *Para ver si la astilla de mármol cambia en agua pura.*
- *Los alumnos incluyeron este paso para mostrar lo que pasa cuando llueve sobre el mármol.*
- *Porque el agua destilada no es ácida.*
- *Para realizar un control.*
- *Para ver la diferencia entre agua normal y agua ácida (el vinagre).*

Ninguna puntuación

*Otras respuestas. Ej.: Para mostrar que el agua destilada no es un ácido.
Sin respuesta.*

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal

Comentario

Los alumnos con máxima puntuación en esta pregunta comprenden que es necesario mostrar que la reacción no ocurrirá en el agua. El vinagre es un reactante necesario.

Colocar esquirlas de mármol en agua destilada demuestra comprensión de un control en los experimentos científicos. Los alumnos que obtengan una puntuación parcial muestran conocimiento de que un experimento implica una comparación, pero no lo comunican de manera que demuestre que saben que el objeto es mostrar que el vinagre es un reactante necesario.

La pregunta requiere que los alumnos exhiban su conocimiento sobre la estructura de un experimento y, por lo tanto, pertenece a la categoría «Investigación científica». La aplicación trata del riesgo de la lluvia ácida, pero el experimento se refiere al individuo y, por lo tanto, el marco es personal.

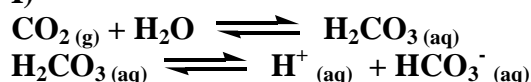


A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

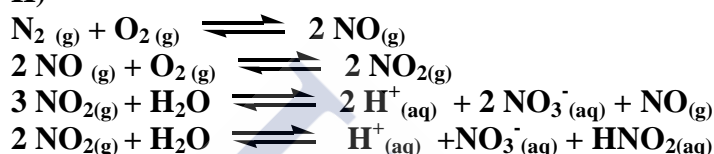
Pregunta 7: LLUVIA ÁCIDA

Te indicamos a continuación los siguientes tres grupos de ecuaciones químicas que representan las reacciones que generan tanto la acidez natural del agua como el exceso de acidez en la misma.

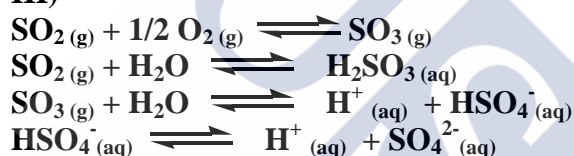
I)



II)



III)



- Sintéticamente y con tus palabras te proponemos que las expliques.
- Escribe los nombres y las respectivas fórmulas químicas de los compuestos que finalmente son responsables de la acidez de la lluvia.

.....

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 7

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta incluye la interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) con la correspondiente explicación de la formación de óxidos y ácidos. Éstos últimos responsables finales de la acidez de la lluvia. (Ácidos: carbónico, nitroso, nítrico, sulfuroso y sulfúrico).

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye la interpretación y/o explicación de al menos una reacción correcta, o bien, el reconocimiento de los productos que acidifican la lluvia.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario

Se ofrece reacciones químicas con símbolos (nomenclatura química) y se solicita la explicación e interpretación del lenguaje simbólico de los conocimientos químicos.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 8: LLUVIA ÁCIDA

Escribe la ecuación química y representa (dibuja) en forma microscópica, utilizando el modelo de partículas, la reacción en la cual se forma el dióxido de nitrógeno. Te damos una guía: el átomo de oxígeno con una esfera blanca, el átomo de nitrógeno con una esfera negra.

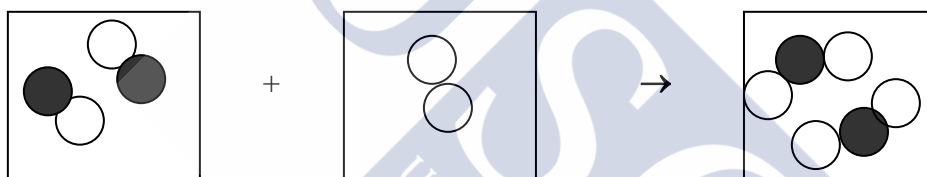
.....

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 8

Máxima puntuación: 2 puntos



Puntuación parcial. 1 punto

Como si fueran dos incisos, la respuesta incluye la escritura de la reacción química con símbolos o bien, la representación microscópica.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario

Se solicita el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo corpuscular de la materia o modelo de partículas) de los conocimientos químicos.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

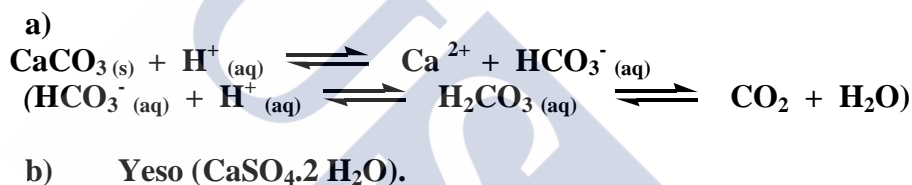
Pregunta 9: LLUVIA ÁCIDA

- a) ¿Cuál sería la ecuación química que simboliza la reacción entre el mármol (carbonato de calcio) y la lluvia ácida?
- b) ¿Cómo se llama en la vida cotidiana el producto final de la misma?
-
-

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 9

Máxima puntuación: 2 puntos



Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye uno solo de los incisos.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario

Se solicita la aplicación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos y la utilización de modelo macroscópico.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 10: LLUVIA ÁCIDA

- a) ¿Qué entiendes por el concepto de ácido inorgánico?
- b) ¿Puedes nombrar algún ejemplo y escribir su fórmula química?
-
-

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 10

Máxima puntuación: 2 puntos

- a) Los ácidos inorgánicos más simples están formados por un no metal e hidrógeno. Otros ácidos inorgánicos están formados además por oxígeno. O bien; un ácido inorgánico es un compuesto de hidrógeno y uno o más elementos (a excepción del carbono) que, cuando se disuelve en agua u otro disolvente, se rompe o disocia, produciendo iones hidrógeno. La solución resultante tiene ciertas características como: pH menor a 7, la capacidad de neutralizar bases, tornar de color rojo el papel tornasol y producir determinados cambios de color cuando se combina con otros indicadores.
- b) Cualquier ácido inorgánico cuyo nombre y fórmula estén correctamente escritos.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye correctamente uno solo de los incisos.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario

Esta pregunta requiere que se utilice el lenguaje simbólico y el concepto de “ácido” en contextos diferentes.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

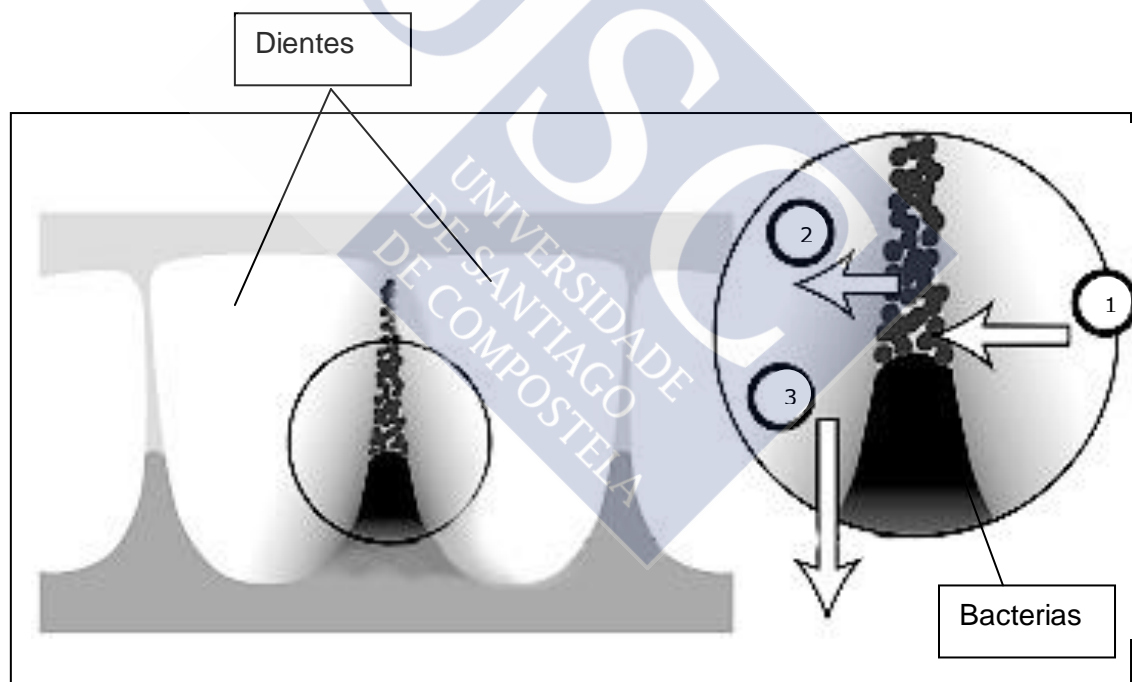
CARIES DENTAL

PISA 2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (OCDE 2006, p.131).

Las bacterias que habitan en nuestra boca son las causantes de la caries dental. La caries lleva siendo un problema desde que la expansión del cultivo de caña de azúcar en el siglo XVIII popularizó el consumo de azúcar.

Hoy día sabemos mucho sobre la caries. Por ejemplo:

- Las bacterias causantes de la caries se alimentan de azúcar.
- El azúcar se transforma en ácidos.
- Los ácidos dañan la superficie dental.
- Cepillarse los dientes contribuye a prevenir la formación de caries.



- 1 Azúcar
2 Ácido
3 Minerales del esmalte protector del diente

Pregunta 1: CARIES DENTAL
(Pregunta 2.1. OCDE 2006, p.131)

¿Qué papel desempeñan las bacterias en la aparición de la caries dental? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☐ Las bacterias producen esmalte.
- ☐ Las bacterias producen azúcar.
- ☐ Las bacterias producen minerales.
- ☐ Las bacterias producen ácidos.

Explica, lo más detalladamente posible, la respuesta que hayas elegido.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 1

Puntuación máxima: 2 puntos

D. Las bacterias producen ácidos.

Los ácidos son productos del metabolismo de los hidratos de carbono. (Glucólisis principalmente anaeróbica).

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos la afirmación correcta sin explicación.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilizar pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Personal.

Comentario

La información sobre la caries se suministra mediante un diagrama y un texto asociado. Los alumnos deben seleccionar la conclusión que se deriva de la información proporcionada.

Dado que los conocimientos científicos necesarios para llevar a cabo la tarea afectan tan solo a la capacidad de utilizar determinadas pruebas para extraer una conclusión, el ejercicio evalúa primordialmente el «Conocimiento acerca de la ciencia». La respuesta D es, desde luego, la única correcta y es la única que da puntuación. Para responderla, el alumno tiene que reflexionar y deducir la información del párrafo inicial. La referencia al esmalte está presente en el esquema, y se requiere cierta familiaridad con el término para que su inclusión no confunda al alumno en su respuesta.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 2: CARIES DENTAL

(Pregunta 2.3 OCDE 2006, p.133. Ligeramente modificada)

Un determinado país tiene un alto porcentaje de personas con caries.

¿Se puede responder a las siguientes preguntas sobre las caries en ese país recurriendo a experimentos científicos? Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las preguntas.

¿Qué efecto tendría sobre las caries añadir flúor al suministro de agua?	Sí / No
¿Cuál debería ser el costo de una visita al dentista?	Sí / No

Si en algún caso, tu respuesta es “Sí”, diseña un experimento científico para comprobar el hecho.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 2

Puntuación máxima: 2 puntos

Ambas correctas: Sí, No, en este orden.

La respuesta debe ofrecer condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (caries) fueron causados por la variable independiente (añadir flúor al agua). Es decir, se pretende establecer con precisión una relación causa-efecto.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye solamente “SI” o “No”.

Puede proporcionar una descripción de condiciones, pero no establece variables ni una relación causa-efecto.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social. Personal.

Comentario

Este ejercicio requiere que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que se pueden responder mediante la investigación científica de las que no pueden serlo. En lo sustancial, comporta la aplicación de un conocimiento sobre la metodología científica y, por lo tanto, se encuadra en la categoría de conocimiento, «Investigación científica». Se trata de un contexto relevante para la vida cotidiana, pues es importante que los ciudadanos tengan ciertas nociones sobre los tratamientos que se pueden aplicar al agua que beben. El conocimiento de los efectos del flúor en los organismos vivos se aplica a la hora de explicar por qué se lo añade al agua. La categoría de conocimiento es, por tanto también, «Sistemas vivos».

Desde el punto de vista de las Capacidades, su clasificación es claramente «Identificar cuestiones científicas».

Se considera correcta la respuesta “Sí” a la primera pregunta y “No” a la segunda. Mientras que la segunda pregunta implica valoraciones éticas, políticas y admite diversas opiniones, la primera pregunta puede responderse con la investigación científica, e incluso con la experimentación científica. Para responder a la pregunta hay que reflexionar sobre el procedimiento científico y sus limitaciones.

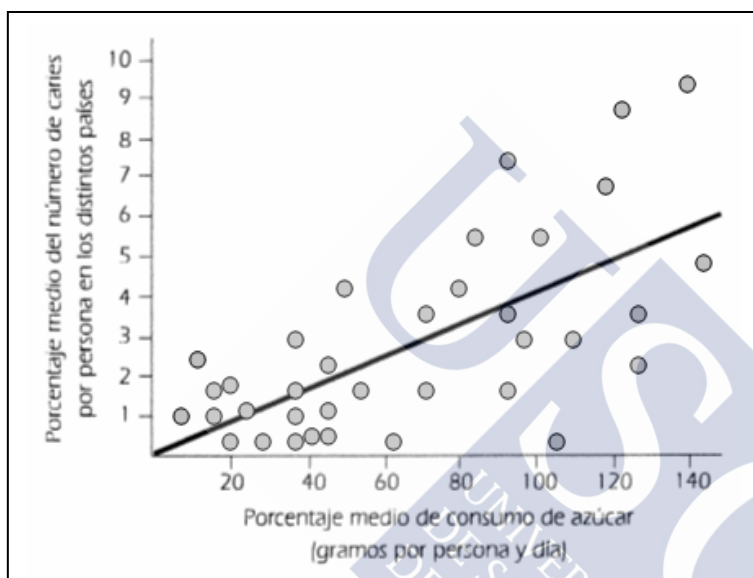


A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 3: CARIES DENTAL

(Pregunta 2.2 OCDE 2006, p.132. Ligeramente modificada)

El gráfico que figura a continuación muestra el consumo de azúcar y la cantidad de caries en diversos países.



Cada país aparece representado en el gráfico por un punto.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

☐ En algunos países la gente se cepilla los dientes con más frecuencia que en otros.

☐ Cuanto más azúcar consume la gente, mayores son las probabilidades de tener caries.

☐ En los últimos años la tasa de caries se ha incrementado en muchos países.

☐ En los últimos años el consumo de azúcar se ha incrementado en muchos países.

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 3

Puntuación máxima: 2 puntos

B. Cuanto más azúcar consume la gente, mayores son las probabilidades de tener caries.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye la afirmación correcta y una incorrecta.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple simple.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social.

Comentario

La categoría de conocimiento es «Explicaciones científicas» y la capacidad, «Utilizar pruebas científicas». En esta ocasión, los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo.

La respuesta B es la única correcta. La respuesta A contiene una afirmación probablemente verdadera, que es, además, una posible explicación a ciertos datos de la gráfica. Sin embargo no se sustenta en la información proporcionada; es una conjetura. C y D, son verosímiles, pero se refieren a datos que no se han proporcionado en la gráfica. Mientras tanto, la pregunta permite medir la familiaridad del alumno con el método gráfico de presentación de resultados, la capacidad de distinguir entre argumentaciones y datos empíricos, y la capacidad de distinguir entre afirmaciones probables y afirmaciones demostradas.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 4: CARIES DENTAL

Los hidratos de carbono ingeridos en nuestra dieta (ej. azúcar, chocolate, bebidas de cola) son metabolizados en la cavidad oral por las bacterias. El resultado de este proceso genera ácidos que atacan la superficie del diente. Si utilizamos el modelo de partículas, la imagen representaría uno de dichos ácidos.

Si te damos la siguiente guía:

Rojo: oxígeno

Negro: carbono

Gris: hidrógeno

¿Puedes escribir su fórmula molecular?

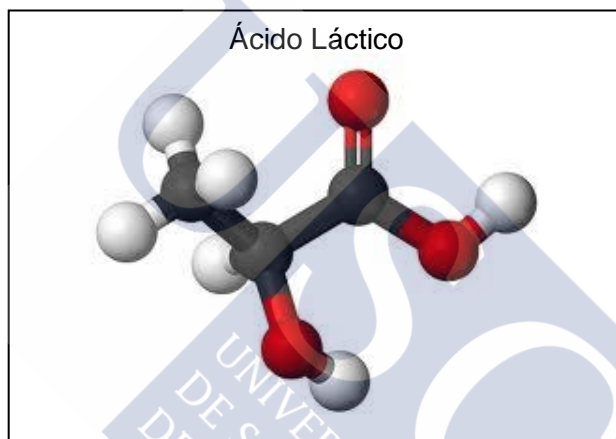


Imagen obtenida de: <http://medicinas.atompedia.com/es/imagen/aspirina/acido-salicilico/acido-lactico> (05-03-10)

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 4

Máxima puntuación: 2 puntos

Fórmula molecular: $C_3H_6O_3$

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye fórmula semidesarrollada: $H_3C-CH(OH)-COOH$

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia)

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario: Se solicita al alumno que relacione la representación microscópica (modelo corpuscular de la materia o modelo de partículas) con el lenguaje simbólico (nomenclatura química).

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 5: CARIES DENTAL

- a) ¿Qué entiendes por el concepto de ácido orgánico?
 - b) Nombra algún ejemplo y escribe su fórmula química.
-
-

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 5

Máxima puntuación: 2 puntos

a) *Un ácido orgánico es un compuesto que contiene carbono y pose al menos un grupo ácido. El más común es el grupo carboxilo (en cuyo caso serían llamados ácidos carboxílicos). Los grupos hidroxilo (-OH), grupo tiol (-SH), grupo enol (=CH₂OH), sulfonato (-OSO₃H), e incluso el fenol pueden conferirle una acidez relativamente baja.*

b) *Cualquier ácido orgánico cuyo nombre y fórmula estén correctamente escritos.*

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye correctamente alguno de los dos incisos.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario

Esta pregunta requiere que se utilice el lenguaje simbólico y el concepto de “ácido” en contextos diferentes.

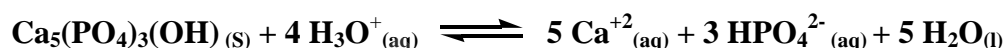
A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 6: CARIES DENTAL

El componente inorgánico del esmalte que cubre los dientes se llama hidroxiapatito/a, un hidroxifosfato de calcio.

Los ácidos generados como productos del metabolismo de los carbohidratos por la placa bacteriana producen un descenso del pH. A un pH por debajo de 5,5 el hidroxiapatito se disuelve, y empiezan a aparecer caries.

La siguiente ecuación química simboliza la reacción de desmineralización dental.



- a) Sintéticamente y con tus palabras explica la reacción anterior.
 - b) ¿Qué entiendes por pH?
-
-

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 6

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Las caries comienzan cuando los ácidos ($\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$) atacan el esmalte hidroxiapatito/a ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_{(s)}$), el sólido se disuelve. Estos iones hidronio reaccionan con el OH para formar agua, en paralelo se produce el anión hidrógeno fosfato de calcio.

b) El pH es el logaritmo negativo (en base 10) de la actividad del ión hidronio. Este concepto brinda una idea de acidez y/o de basicidad: el pH del agua pura es 7, el de una solución ácida es menor que 7 y el pH de una solución básica es mayor que 7.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye uno solo de los incisos de manera correcta.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario: Se solicita la explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos y la utilización de modelo macroscópico.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

Pregunta 7: CRIES DENTAL

Los iones F^- de ciertas pastas dentífricas sustituyen en parte a los iones OH^- produciendo un compuesto muy resistente a los ácidos: el fluorapatito $Ca_5(PO_4)_3F_{(s)}$.

¿Escribe y explica la ecuación que simboliza la reacción química correspondiente?

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CRIES DENTAL: puntuación de la pregunta 7

Máxima puntuación: 2 puntos



El ión fluoruro sustituye al hidroxilo.

Puntuación parcial. 1 punto

Como si fueran dos incisos, la respuesta incluye la ecuación sin la respectiva explicación o viceversa.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Social.

Comentario

Se solicita la aplicación y explicación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos.

Instrumento Fin 2010





ENCUESTA: DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PARA EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SECUENCIAS DE ENSEÑANZA

Estimado estudiante, te rogamos que tengas a bien contestar, **lo más detalladamente posible y en forma individual**, las preguntas que se te presentan.

Con esta encuesta se pretende investigar determinadas competencias científicas, en una determinada etapa de instrucción.

El siguiente instrumento, no forma parte de la evaluación de ningún curso. Sólo se utilizará para identificar prioridades a la hora de diseñar y planificar secuencias de enseñanza.

Te agradecemos sinceramente tu colaboración.

**FBCB
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

APELLIDO Y NOMBRE/S DEL ALUMNO/A:.....
Fecha:....../....../...Asignaturas de **Química** que cursó en **2010:**.....

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 1

La lluvia ácida no solo ataca a las construcciones, sino que además produce estragos en la vegetación aniquilando plantas de raíces débiles y produciendo daños en los bosques provocando la destrucción del follaje y truncando el crecimiento natural de los árboles.



Efectos de la lluvia ácida en un [bosque](#) de la [República Checa](#)

Imagen obtenida de:

http://es.wikipedia.org/wiki/Lluvia_%C3%A1cida (07-11-2010)

¿Consideras que la lluvia ácida constituye un problema que se puede investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar que la lluvia ácida produce daños en la vegetación.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 1

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta debe contener una descripción del método utilizado en el que se identifiquen el problema objeto de investigación, las variables que intervienen (lluvia ácida/vegetación) y los efectos o reacciones que se producen (relación entre variables).

El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (vegetal) fueron causados por la variable independiente (agua ácida).

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye una descripción de condiciones, pero no establece variables ni una relación causa-efecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se pretende que el alumno elabore un diseño experimental netamente cualitativo, por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (vegetal) son causados por la variable independiente (agua ácida). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 2

La lluvia ácida es un problema internacional, debido a que ni la lluvia ni la nieve respetan las fronteras, es lo que se denomina: “contaminación transfronterra”. La imagen muestra los daños que produce.



Imagen obtenida de:

<http://vicentecamarasa.wordpress.com/2010/02/22/la-lluvia-acida/> (07-11-2010)

a) ¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones de la figura anterior?

Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

¿Puede extraerse esta conclusión de la imagen?	¿Sí o No?
Destruye los sistemas ecológicos.	Sí / No
Pérdida de nutrientes esenciales en la tierra por la introducción de ácidos en ella.	Sí / No
Quema las plantas, haciendo que se vuelvan amarillas y mueran.	Sí / No

b) Explica, lo más detalladamente posible, las respuestas que hayas elegido.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA; puntuación de la pregunta 2

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Las tres correctas: No, No, Sí, en este orden.

b) Explicación: La figura solamente muestra el efecto de la lluvia ácida en las hojas.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos una afirmación correcta sin explicación.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilizar pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).
Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal

Comentario:

Para la competencia utilizar pruebas científicas, esta pregunta pide que el alumno utilice la información proporcionada en la imagen para llegar a una conclusión acerca de los efectos de la lluvia ácida sobre la vegetación.

Por medio de este ejercicio se pueden evaluar las habilidades de los alumnos a la hora de interpretar datos científicos expresados de forma visual, así como su capacidad para extraer de las conclusiones pertinentes. Para hallar la solución del ejercicio no es necesario recurrir a ninguna información exterior a la que se suministra en el estímulo.

Varios elementos de información con los cuales un alumno puede llegar a una conclusión acompañan esta pregunta. El conocimiento de un proceso físico químico es un requisito previo para llegar a la conclusión correcta.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 3

Los contaminantes atmosféricos primarios que dan origen a la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, siendo trasladados por los vientos cientos o miles de kilómetros antes de precipitar en forma de rocío, lluvia, llovizna, granizo, nieve, niebla o neblina. La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

a) ¿De dónde proceden los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno que hay en el aire?

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 3

Máxima puntuación: 2 puntos

Cualquiera de las siguientes: gases de escape de los automóviles, emisiones de las industrias, combustión de combustibles fósiles como carbón y petróleo, gases de los volcanes y otras cosas similares.

- *De quemar carbón y gas.*
- *Los óxidos del aire vienen de la contaminación producida por fábricas e industrias.*
- *Volcanes.*
- *Gases de las centrales eléctricas. [En este caso central eléctrica incluye las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles].*
- *Proceden de la combustión de materiales que contienen azufre y nitrógeno.*

Puntuación parcial. 1 punto

Las respuestas incluyen una fuente de contaminación incorrecta y otra correcta.

- *Combustibles fósiles y plantas nucleares. [Las centrales de energía nuclear no son una fuente de lluvia ácida].*
- *Los óxidos que se forman a partir del ozono, de la atmósfera y de los meteoritos que vienen a la Tierra. También la combustión de combustibles fósiles.*

Respuestas que hacen referencia a contaminación pero no dan una fuente de contaminación que sea una causa importante de lluvia ácida.

- *La contaminación.*

- *El medio ambiente en general, la atmósfera en la que vivimos; por ejemplo, contaminación.*
- *La gasificación, la contaminación, los fuegos, los cigarrillos. [No está claro lo que significa gasificación; fuegos no queda suficientemente especificado. El humo de los cigarrillos no es una causa relevante de lluvia ácida],*
- *La contaminación como la de las centrales nucleares.*

Nota de corrección: Mencionar solamente contaminación es suficiente para asignar el Puntuación parcial. Todo ejemplo que acompañe a esta palabra será valorado para saber si la respuesta merece la Puntuación total.

Ninguna puntuación

Otras respuestas, incluyendo aquellas que no mencionen contaminación y que no proporcionen una causa importante de lluvia ácida.

- *Son emitidos por los plásticos.*
- *Son componentes naturales del aire.*
- *Los cigarrillos.*
- *El carbón y el petróleo. [No es suficientemente precisa. No hace referencia a la combustión].*
- *Centrales de energía nuclear.*
- *Residuos industriales. [No es suficientemente precisa].*

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).
Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia)

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Global (social)

Comentario:

Esta pregunta exige que el alumno explique el origen del azufre y del nitrógeno en el aire. Las respuestas correctas requieren que demuestren comprender los agentes químicos originados por los escapes de los coches, las emisiones de las fábricas y la quema de combustibles fósiles. Deben saber que los óxidos de azufre y nitrógeno son productos de la quema de los combustibles fósiles o que surgen de la actividad volcánica.

Los alumnos muestran la capacidad de recordar hechos relevantes y, por lo tanto, de explicar que la fuente de los gases que contribuyen a la lluvia ácida son los agentes contaminantes atmosféricos.

El conocimiento del origen de estos gases coloca a la pregunta en el área de contenido «Sistemas físicos». Puesto que la lluvia ácida es un peligro relativamente local, el marco es social.

Atribuir los gases a una contaminación no especificada también es una respuesta aceptable. También está relacionada con la competencia explicar fenómenos de manera científica.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 4

El químico y climatólogo inglés Robert Angus Smith fue el primero en usar el nombre de lluvia ácida en 1872. Describió con este término la precipitación ácida que cayó sobre Manchester, Inglaterra, al principio de la Revolución Industrial. Aunque el agua neutra tiene un pH de 7, el agua de lluvia se acidifica naturalmente porque lleva disuelto dióxido de carbono, un componente normal de la atmósfera. El CO_2 reacciona reversiblemente con el agua para formar una solución ácida: ácido carbónico en agua.

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico- molecular de la materia te proponemos que:

a) Escribas las ecuaciones correspondientes a dichas reacciones químicas y expliques los equilibrios ácido-base que tienen lugar.

.....

b) Representes la molécula del ácido formado:

b1) En forma microscópica (dibujes). Te damos una guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del carbono con una esfera negra.

b2) En forma simbólica, la fórmula desarrollada.

c) Justifica el carácter ácido de esta molécula, utilizando la electronegatividad de los átomos que la conforman.

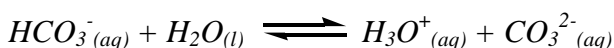
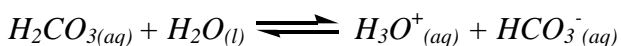
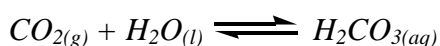
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 4

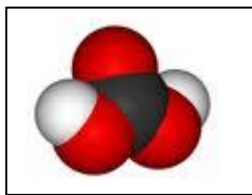
Máxima puntuación: 2 puntos

a) *Acidez natural*

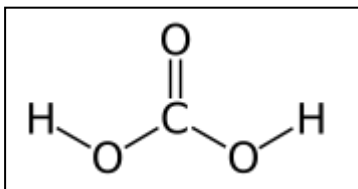


La lluvia normal es ligeramente ácida pues el dióxido de carbono del aire reacciona reversiblemente con el agua para formar una solución de ácido carbónico el que se disocia dando por resultado liberación de $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$.

b)
b1)



b2)



Imágenes obtenidas de:

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_carb%C3%B3nico (17-11-2010)

c) *La elevada polaridad de enlace O—H es una de las razones por las que el próton de un grupo O—H puede donarse y la molécula de oxácido, es ácido. La electronegatividad del átomo central hace que los electrones se desplazan hacia él y el enlace O—H se torna más polar, de esa manera, la unión del hidrógeno se torna muy lábil. Al donar un $H^+_{(aq)}$, a una molécula de agua se forma un ion hidronio, $H_3O^+_{(aq)}$. Es un ácido poliprótico porque puede donar dos protones.*

El ácido carbónico es inestable; si está en disolución y en suficiente concentración, se descompone para formar CO_2 , que escapa de la disolución como gas.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la utilización, explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.

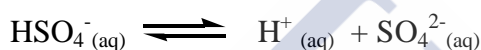
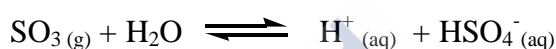
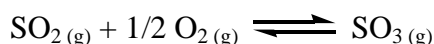
A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 5

Uno de los óxidos que acidifica en exceso el agua de lluvia es el dióxido de azufre.

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico- molecular de la materia te proponemos que:

- a) Expliques las siguientes ecuaciones correspondientes a las reacciones químicas que tienen lugar en dicha acidificación.



.....

.....

- b) Representes la molécula del ácido formado:

- b1) En forma microscópica (dibujes). Te damos una guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del azufre con una esfera amarilla.

- b2) En forma simbólica, la fórmula desarrollada.

- c) Justifica el carácter ácido de esta molécula, utilizando la electronegatividad de los átomos que la conforman.

.....

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 5

Máxima puntuación: 2 puntos

- a) La respuesta incluye la interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) con la correspondiente explicación de la formación de óxidos y ácidos. Éstos últimos responsables finales de la acidez de la lluvia. (Ácidos: sulfuroso y sulfúrico).

b)

b1) y b2)

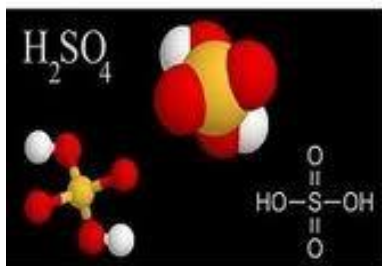


Imagen obtenida de:

<http://fyq1asergio.blogspot.com.ar/> (17-11-2010)

c) La elevada polaridad del enlace O—H es una de las razones por las que el próton de un grupo O—H puede donarse y la molécula de oxácido, es ácido. La electronegatividad del átomo central hace que los electrones se desplazan hacia él y el enlace O—H se torna más polar, de esa manera, la unión del hidrógeno se torna muy lábil. Al donar un H⁺_(aq), a una molécula de agua se forma un ion hidronio, H₃O⁺_(aq). Es un ácido poliprótico porque puede donar dos protones.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

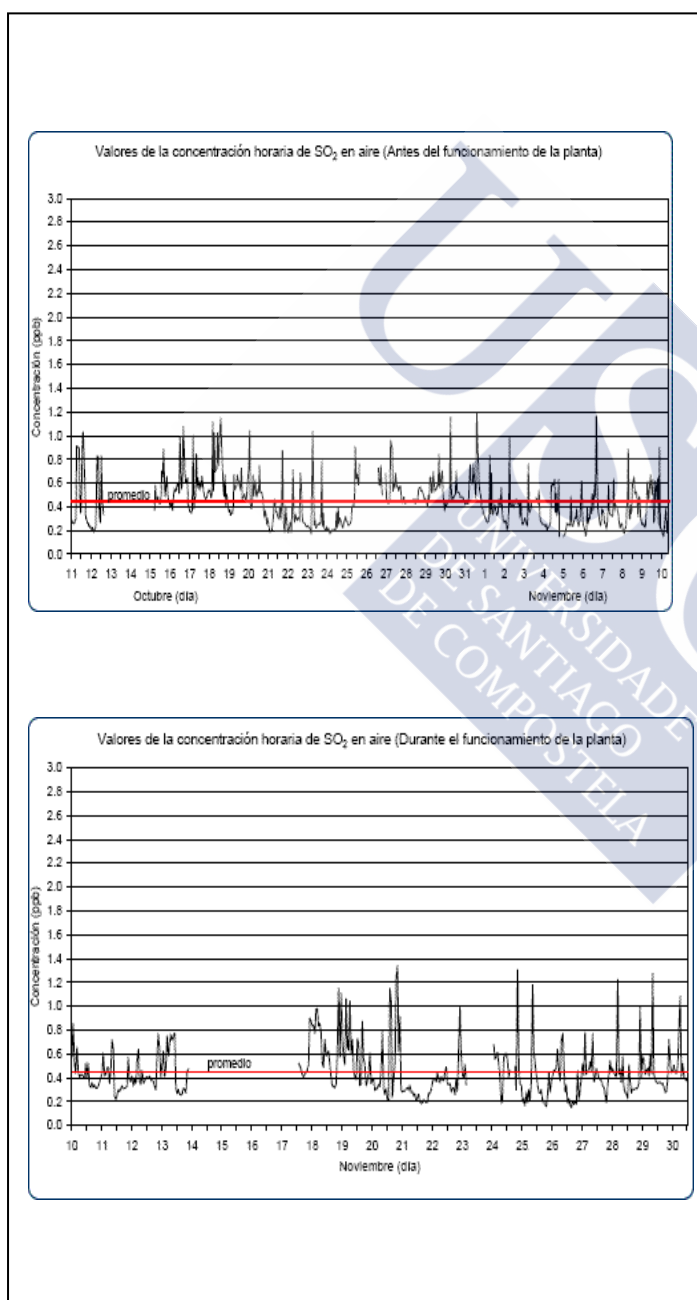
Comentario:

Se solicita la utilización, explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 6

Después de 70 días del comienzo de las operaciones de una planta de celulosa, se realizó un monitoreo en la margen de un río. Se midieron cada hora las concentraciones de dióxido de azufre (en partes por billón, ppb) en el aire. El dióxido de azufre es un gas que se produce por la combustión de compuestos sulfurados, que pueden ser tóxicos para el ser humano. Estos gases reaccionan con el vapor de agua y el oxígeno de la atmósfera, formando ácido sulfúrico y generando el fenómeno de la lluvia ácida.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en los gráficos? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

☐ La OMS fija el estándar de 8 ppb por 24 horas de exposición. Eso significa que la cantidad de dióxido de azufre hallado por el monitoreo es mayor que ese límite permitido.

☐ Los niveles de dióxido de azufre en el aire, del que se derivan los posibles gases peligrosos que podría emanar la planta, no sufrieron ninguna variación entre antes y después de que la planta iniciara sus operaciones.

☐ El trabajo destaca que luego de que la pastera comenzara a producir la concentración de dióxido de azufre en el aire se duplicó.

☐ Con estos datos se admite que la presencia de la pastera en la región causa impacto en el agua.

Gráficas obtenidas de:

http://www.uruguayinforme.com/news/01022008/01022008_eduardo_ferreyra.php

(05-11-2010)

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 6

Puntuación máxima: 2 puntos

Solamente la segunda afirmación se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye la afirmación correcta y una incorrecta.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple simple.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Personal.

Comentario:

Los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 7

Los científicos compararon los efectos de la lluvia ácida en la vegetación cerca de una planta química y en una zona bastante alejada de ella.

Describe las posibles diferencias entre las dos zonas elegidas que podrían invalidar la comparación.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 7

Puntuación máxima: 2 puntos

Las respuestas deben centrarse en posibles diferencias significativas que se den en las dos zonas objeto de la investigación.

- *El área estudiada en las dos zonas puede ser diferente por ejemplo en tamaño, clima y topografía.*
- *Una zona puede tener más vegetación que la otra.*
- *Una zona puede ser más ventosa que la otra.*
- *Puede haber otros elementos contaminantes del aire en la otra zona.*

Sin puntuación

Otras respuestas.

- *Puede haber grandes diferencias entre las dos zonas.*

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Social.

Comentario:

Para realizar el ejercicio, el alumno debe identificar las variables que no han sido sometidas a control y que pueden influir en el resultado de las mediciones. El tema principal hace referencia al diseño de experimentos.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 8

En la frase que figura a continuación se han subrayado varias palabras.

Las reacciones del nitrógeno y el azufre con oxígeno, responsables de la lluvia ácida.

¿Son reacciones redox?

- a) Si lo son, escribe las ecuaciones químicas de las reacciones que tienen lugar, indica el nombre de los productos oxidados y reducidos en cada reacción y explica detalladamente en cada una de las reacciones.

.....
.....

- b) Para responder a esta pregunta podrías ayudarte buscando información en una biblioteca o en Internet. De las palabras subrayadas, ¿cuáles resultarían las tres más útiles para realizar dicha búsqueda?

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 8

Máxima puntuación: 2 puntos

a) $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{(g)}$ El oxígeno se reduce y el nitrógeno se oxida.

$S_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{2(g)}$ El oxígeno se reduce y el azufre se oxida.

Puede expresarse también con el balance por el método ión electrón.

b) Solo las respuestas que mencionen únicamente (en orden indistinto): redox/nitrógeno/oxígeno; o bien, redox/azufre/oxígeno

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

a) Otras respuestas, como las que incluyen cuatro palabras.

b) Solamente las ecuaciones químicas sin aclarar quién se reduce y quién se oxida, o viceversa.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: a) Identificar cuestiones científicas. b) Explicar fenómenos científicos.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Personal.

Comentario:

a) La identificación de palabras clave para la búsqueda de información científica sobre un determinado tema» es un componente de la capacidad «Identificar cuestiones científicas», según ha quedado definida en este marco de evaluación.

b) La identificación del proceso oxidación – reducción y sus agentes, es un componente de la capacidad «Explicar fenómenos científicos», según ha quedado definida en este marco de evaluación.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 1

Leber y Rottenstein en 1867 y Millar en 1890, dedujeron los principios fundamentales implicados en el desarrollo de la caries dental. En su famosa teoría química parasitaria, Millar sugiere que las bacterias bucales convierten los carbohidratos de la dieta en ácidos, que son capaces de reaccionar, solubilizar el fosfato de calcio del esmalte y producir la lesión cariosa.

<http://argos.portalveterinaria.com/noticia.asp?ref=2469&pos=70> (08-11-2010)

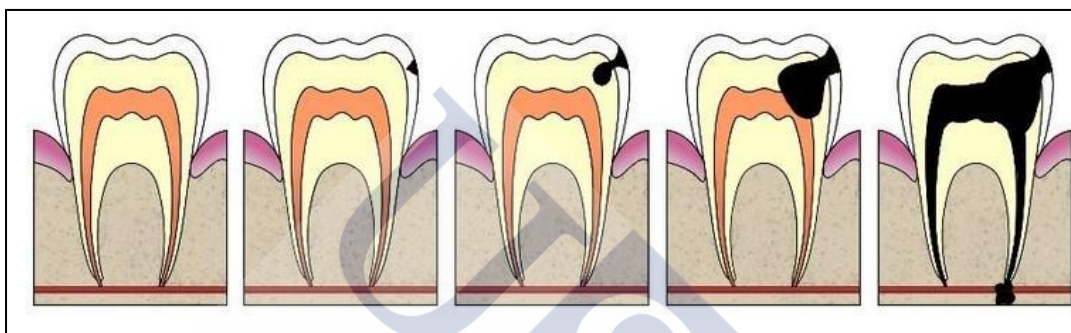


Imagen obtenida de:

<http://www.laboratoristadental.cl/2010/03/12/caries/> (08-11-2010)

¿Consideras que la caries constituye un problema que se puede investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar cuál es el origen de la caries.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

.....

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 1

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta debe contener una descripción del método utilizado en el que se identifiquen el problema objeto de investigación, las variables que intervienen (caries/ dieta o substrato; bacterias; huésped; tiempo) y los efectos o reacciones que se producen (relación entre variables).

El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (caries) fueron causados por la variable independiente (dieta o substrato; bacterias; huésped; tiempo).

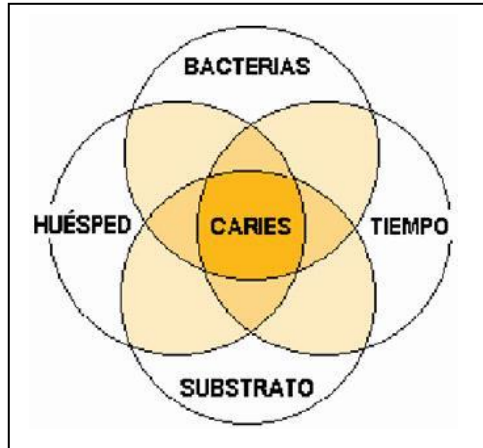


Imagen obtenida de:
<http://www.deltadent.es/> (22-11-2010)

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye una descripción de condiciones, pero no establece variables ni una relación causa-efecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Social. Personal.

Comentario:

Se pretende que el alumno elabore un diseño experimental netamente cualitativo, por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (caries) son causados por la variable independiente (dieta o substrato; bacterias; huésped; tiempo). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 2

ESTUDIO SOBRE LA CARIES EN RATAS

Se llevaron a cabo experimentos con ratas para buscar evidencias de que la caries dental es una enfermedad infecto-contagiosa. Durante un tiempo se suministró dieta cariogénica (rica en carbohidratos) a diferentes grupos de ejemplares. Esto es lo que sucedió:

30 ejemplares libres de caries se dividieron en tres grupos: 10 recibieron una cierta cantidad de sacarosa en su dieta y permanecieron aislados; otros 10 recibieron la misma dieta y estuvieron en contacto con animales que sí presentaban caries dental, y por último otros 10 no recibieron dieta y estuvieron en contacto con animales que sí presentaban caries dental.

Al final como conclusión del estudio se diagnosticó la presencia o no de caries en las 30 ratas.

a) ¿Es probable que alguna de estas preguntas formara parte del cuestionario de investigación del estudio? Rodea «Sí» o «No» con un círculo para cada una de las preguntas.

¿Es probable que esta fuera una de las preguntas del cuestionario de investigación del estudio?	¿Sí o No?
¿Qué dieta se debe suministrar a las ratas?	Sí / No
¿Qué efecto tiene en los dientes de las ratas una dieta rica en carbohidratos?	Sí / No
¿Qué efecto tiene el contacto con animales con caries en los dientes de las ratas?	Sí / No
¿Qué efecto tiene este experimento sobre la salud de las variedades de ratas?	Sí / No

b) Explica, lo más detalladamente posible, las respuestas que hayas elegido.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 2

Puntuación máxima: 2 puntos

No, Sí, Sí, No; en este orden.

La respuesta debe ofrecer condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (caries) fueron causados por

las variables independientes (dieta y contacto con ejemplares infectados). Es decir, se pretende establecer con precisión una relación causa-efecto.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye al menos una afirmación correcta sin explicación.

Puede proporcionar una descripción de condiciones, pero no establece variables ni una relación causa-efecto.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social. Personal.

Comentario:

Este ejercicio requiere que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que se pueden responder mediante la investigación científica de las que no pueden serlo. En lo sustancial, comporta la aplicación de un conocimiento sobre la metodología científica y, por lo tanto, se encuadra en la categoría de conocimiento, «Investigación científica». Se trata de un contexto relevante para la vida cotidiana, pues es importante que los ciudadanos tengan ciertas nociones sobre los factores que influyen en la formación de caries. La categoría de conocimiento es, por tanto también, «Sistemas vivos».

Desde el punto de vista de las Capacidades, su clasificación es claramente «Identificar cuestiones científicas».

Para responder a la pregunta hay que reflexionar sobre el procedimiento científico y sus limitaciones.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 3

El gráfico que figura a continuación muestra el consumo de golosinas y la prevalencia de caries dental. El “índice DMF-T” que se refiere al número de dientes cariados, caídos o empastados, se usa para medir la frecuencia de la caries dental.

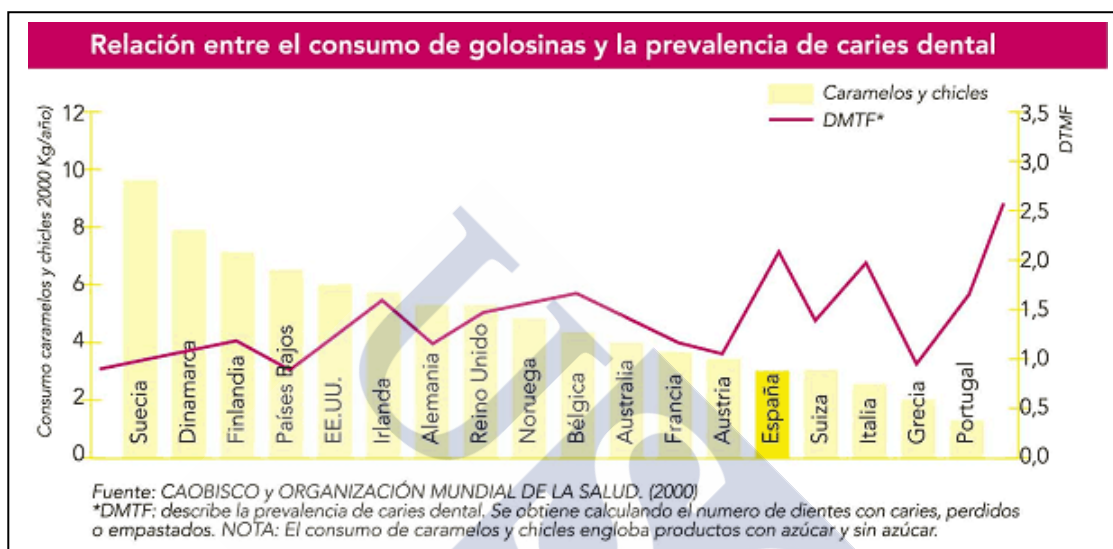


Gráfico obtenido de:

<http://www.deltadent.es/blog/2009/05/24/que-es-la-erosion-dental/>
(08-11-2010)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☐ El consumo moderado de azúcares no es un factor de riesgo principal para la prevalencia de caries.
- ☐ Cuanto más golosina consume la gente, mayor es la prevalencia de tener caries.
- ☐ La incidencia de caries en niños y adolescentes en la mayoría de los países europeos se ha ido reduciendo.
- ☐ Las cifras del DMF-T varían entre 1 en Países Bajos, y 3 en Portugal, aunque son más altas en algunos países de Europa oriental.

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 3

Puntuación máxima: 2 puntos

La respuesta A es la única es correcta.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye la afirmación correcta y una incorrecta.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple simple.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social.

Comentario:

La categoría de conocimiento es «Explicaciones científicas» y la capacidad, «Utilizar pruebas científicas». En esta ocasión, los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo.

La respuesta A es la única correcta. La respuesta D contiene una afirmación probablemente verdadera, que es, además, una posible explicación a ciertos datos de la gráfica. Sin embargo no se sustenta en la información proporcionada. B y C, son verosímiles, pero no se refieren a datos que se hayan proporcionado en la gráfica. Mientras tanto, la pregunta permite medir la familiaridad del alumno con el método gráfico de presentación de resultados, la capacidad de distinguir entre argumentaciones y datos empíricos, y la capacidad de distinguir entre afirmaciones probables y afirmaciones demostradas.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 4

Los hidratos de carbono ingeridos en nuestra dieta (ej. azúcar, chocolate, bebidas de cola) son metabolizados en la cavidad oral por las bacterias. El resultado de este proceso genera variedad de ácidos (por ejemplo: ácido láctico, acético, propiónico) capaces de disolver las sales cálcicas del diente. Si utilizamos el modelo atómico molecular de la materia, la imagen representaría uno de dichos ácidos.

Ácido propanoico (también llamado ácido propiónico y ácido propílico)

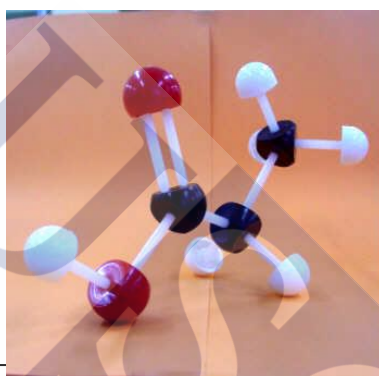


Imagen obtenida de:

http://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1328776306/contido/formulacion_organica/mol48.htm (10-11-10)

Te damos la siguiente guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del carbono con una esfera negra.

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico molecular de la materia te proponemos que:

a) Representes la molécula del ácido formado:

a1) En forma simbólica, la fórmula molecular.

a2) En forma simbólica, la fórmula desarrollada o semidesarrollada.

b) Justifica el carácter ácido de esta molécula, utilizando la electronegatividad de los átomos que la conforman.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 4

Máxima puntuación: 2 puntos

a)

a1) Fórmula molecular: $C_3H_6O_2$

a2) Fórmula semidesarrollada: $\underline{CH_3CH_2COOH}$

Fórmula desarrollada:

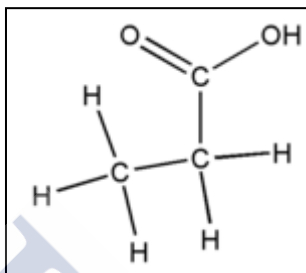


Imagen obtenida de: <http://ame213rrsj.blogspot.com.ar/2011/07/desarrollada-o-grafica.html> (10-11-10)

b) En el grupo carboxílico el segundo átomo de oxígeno del grupo carboxílico provee un átomo electronegativo adicional sobre el cual puede dispersarse la carga negativa. Esta deslocalización electrónica estabiliza el anión, y puesto que la carga está distribuida sobre varios átomos, es menos efectiva en atraer un protón. Por lo tanto tiende a cederlo dándole su carácter ácido a la molécula.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la utilización, explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 5

El masticar chicle sin azúcar estimula la secreción de saliva neutralizando así la acción de los ácidos.

Para estudiar la efectividad de masticar chicle sin azúcar se escoge al azar un grupo de 100 individuos con alta predisposición a la caries. Este grupo será sometido a un estudio durante seis meses.

La efectividad de masticar chicle sin azúcar se medirá comprobando cuántas personas del grupo no han conseguido dejar de tener más caries a la conclusión del estudio.

¿Cuál de los siguientes modelos será el mejor para llevar a cabo el experimento?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☐ Todas las personas del grupo mastican chicle sin azúcar.
- ☐ Todos mastican chicle sin azúcar menos una persona que trata de dejar de tener caries sin recurrir a ellos.
- ☐ Las personas deciden si mastigarán o no chicles para disminuir el número de caries.
- ☐ Se escoge al azar a la mitad del grupo para que mastiquen chicle sin azúcar, mientras que la otra mitad no lo hará.

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 5

Máxima puntuación: 2 puntos

D. Se elige al azar a la mitad del grupo para que mastiquen chicles sin azúcar, mientras que la otra mitad no los llevará.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple simple.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Personal/Social.

Comentario:

Es debatible si este ejercicio trata del cuidado de la salud individual (en cuyo caso la clasificación del marco sería «Personal») o de la salud comunitaria (marco «Social»).

Responder de forma correcta a este ejercicio requiere una comprensión adecuada del empleo de grupos de control comparativos a la hora de diseñar un experimento.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 6

El componente inorgánico del esmalte que cubre los dientes se llama hidroxiapatito/a, un hidroxifosfato de calcio.

Los ácidos generados como productos del metabolismo de los carbohidratos por la placa bacteriana producen un descenso del pH. A un pH por debajo de 5,5 el hidroxiapatito reacciona, se disuelve y empiezan a aparecer caries.

a) ¿Qué entiendes por pH?

.....
.....

La siguiente ecuación química simboliza la reacción antes mencionada:



b) Utilizando tu conocimiento químico explica detalladamente la reacción anterior.

.....
.....

A. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 6

Máxima puntuación: 2 puntos

a) El pH es el logaritmo negativo (en base 10) de la actividad del ión hidronio. Este concepto brinda una idea de acidez y/o de basicidad: el pH del agua pura es 7, el de una solución ácida es menor que 7 y el pH de una solución básica es mayor que 7.

b) Las caries comienzan cuando los ácidos $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ reaccionan con el hidroxiapatito/a ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_{(s)}$) del esmalte, el sólido se disuelve. Estos iones hidronio reaccionan con el hidroxilo para formar agua, en paralelo se produce el anión hidrógeno fosfato de calcio.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye uno solo de los incisos de manera correcta.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos y la utilización de modelo macroscópico.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 7

Las mejores estrategias para prevenir la caries son la disminución del consumo de sacarosa, el cepillado, el uso de hilo dental, la limpieza profesional para eliminar la placa y el uso de flúor. Los iones fluoruros de ciertas pastas dentífricas sustituyen en parte a los iones hidroxilos del hidroxiapatito/a produciendo un compuesto muy resistente a los ácidos: el fluorapatito $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}_{(s)}$.

Escribe y explica la ecuación que simboliza la reacción química correspondiente.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 7

Máxima puntuación: 2 puntos



El ión fluoruro sustituye al hidroxilo.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye la ecuación sin la respectiva explicación o viceversa.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Social.

Comentario

Se solicita la aplicación y explicación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) de los conocimientos químicos.



Instrumento Fin 2011





ENCUESTA: DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PARA EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SECUENCIAS DE ENSEÑANZA

Estimado estudiante, te rogamos que tengas a bien contestar, **lo más detalladamente posible y en forma individual**, las preguntas que se te presentan.

Con esta encuesta se pretende investigar determinadas competencias científicas, en una determinada etapa de instrucción.

El siguiente instrumento, no forma parte de la evaluación de ningún curso. Sólo se utilizará para identificar prioridades a la hora de diseñar y planificar secuencias de enseñanza.

Te agradecemos sinceramente tu colaboración.

**FBCB
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

APELLIDO Y NOMBRE/S DEL ALUMNO/A:.....

Fecha:....../....../...Asignaturas de **Química** que cursó en **2011:**.....

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 1

Domingo, 27 de agosto de 2006 - 12:18 GMT

China: un tercio bajo lluvia ácida

Un tercio de China sufre la lluvia ácida causada por el rápido crecimiento industrial, de acuerdo con un reporte oficial citado por los medios de ese país.



http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_5290000/5290588.stm (19-09-11)

Según este reporte, los niveles de contaminación se han incrementado y la calidad del aire se ha deteriorado.

Las autoridades prometieron una operación de limpieza ambiental, antes del reporte.

China cuenta con algunas de las ciudades y ríos más contaminados del mundo, a pesar de los constantes llamados a las autoridades para atacar el problema. El reporte de la inspección ambiental encontró que el año pasado se arrojaron al aire 25,5 millones de toneladas de dióxido de azufre, principalmente a través de las fábricas de carbón, lo que representa un incremento de 27% respecto al año 2000.

Daño ambiental. Este aumento en los niveles de contaminación ocurrió a pesar de la promesa de las autoridades chinas de gastar miles de millones de dólares en una operación de limpieza ambiental. Además el reporte señaló que las emisiones de dióxido de azufre -una de las sustancias químicas que causa la lluvia ácida- se situaron dos veces por encima del nivel máximo de seguridad. Incluso en algunas zonas del país la lluvia que cayó se convirtió en lluvia ácida al 100%, según el reporte.

"El incremento en las emisiones de dióxido de azufre significa que un tercio del territorio chino fue afectado por lluvia ácida, lo que representa una gran amenaza para la Tierra y la seguridad alimenticia", aseguró Sheng Huaren, miembro de un comité del

“ El incremento en las emisiones de dióxido de azufre significa que un tercio del territorio chino fue afectado por lluvia ácida, lo que representa una gran amenaza para la Tierra y la seguridad alimenticia. ”

Sheng Huaren, miembro del parlamento chino

parlamento chino, citado por los medios estatales. El corresponsal de la BBC en Pekín aseguró que debido a la prisa del gobierno chino por lograr un mayor desarrollo económico, ha descuidado la protección ambiental.

a) De la lectura de este artículo periodístico, ¿cuál/es de la/s siguiente/s pregunta/s puede/n ser respondida/s mediante pruebas científicas?

- ☐ A. ¿El año 2005 se arrojaron al aire 25,5 millones de toneladas de dióxido de azufre, principalmente a través de las fábricas de carbón, lo que representa un incremento de 27% respecto al año 2000?
- ☐ B. ¿Cuáles fueron las promesas de limpieza ambiental?
- ☐ C. ¿Constituyen las fábricas de carbón la única fuente de emisión del dióxido de azufre?
- ☐ D. ¿La lluvia que cayó se convirtió en lluvia ácida al 100%?

b) Describe y explica detalladamente cada una de tus afirmaciones.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 1

Máxima puntuación: 2 puntos

A y C pueden ser respondidas mediante pruebas científicas.

Las respuestas deben centrarse en reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente e implícitamente, reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Social.

Comentario:

Para realizar el ejercicio, el alumno debe identificar las variables que no han sido sometidas a control y que pueden influir en el resultado de las mediciones. El tema principal hace referencia al diseño de experimentos.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 2

La lluvia ácida, el incremento del dióxido de carbono que se disuelve en los océanos y el aumento en las temperaturas del planeta, incluyendo la del agua de mar, han interferido en la reproducción de algunas especies y en la capacidad de otras (las llamadas calcificadoras, tales como corales, almejas, caracoles, etc.) para producir conchas y esqueletos de carbonato de calcio.

La imagen de un caracol sirve de ejemplo: la acidificación del agua ha afectado la parte superior de la capa externa de la concha, dejándola blanca y con un brillo perlado.



Imagen obtenida de:

<http://www.ngenespanol.com/articulos/279004/el-mar-acido/4> (20-09-11)

¿Consideras que los efectos de la lluvia ácida se pueden investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar que la lluvia ácida produce daños en conchas o esqueletos marinos.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 2

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta debe contener una descripción del método utilizado en el que se identifiquen: el problema objeto de investigación, las hipótesis que se pretenden contrastar, las variables que intervienen (lluvia ácida/conchas o esqueletos marinos) y los efectos o reacciones que se producen (relación entre variables).

El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (conchas o esqueletos marinos) fueron causados por la variable independiente (agua ácida).

En definitiva el alumnado deberá reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye una descripción de las condiciones del experimento o establece variables, o una relación causa-efecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se pretende que el alumno elabore un diseño experimental netamente cualitativo, por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (conchas o esqueletos marinos) son causados por la variable independiente (agua ácida). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 3

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La **lluvia ácida** es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde proceden los óxidos de carbono, de azufre y de nitrógeno que hay en el aire?

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 3

Máxima puntuación: 2 puntos

Cualquiera de las siguientes: gases de escape de los automóviles, emisiones de las industrias, combustión de combustibles fósiles como carbón y petróleo, gases de los volcanes y otras cosas similares.

- *De quemar carbón y gas.*
- *Los óxidos del aire vienen de la contaminación producida por fábricas e industrias.*
- *Volcanes.*
- *Gases de las centrales eléctricas. [En este caso central eléctrica incluye las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles].*
- *Proceden de la combustión de materiales que contienen azufre y nitrógeno.*

Puntuación parcial. 1 punto

Las respuestas incluyen una fuente de contaminación incorrecta y otra correcta.

- *Combustibles fósiles y plantas nucleares. [Las centrales de energía nuclear no son una fuente de lluvia ácida].*
- *Los óxidos que se forman a partir del ozono, de la atmósfera y de los meteoritos que vienen a la Tierra. También la combustión de combustibles fósiles.*

Respuestas que hacen referencia a contaminación pero no dan una fuente de contaminación que sea una causa importante de lluvia ácida.

- *La contaminación.*
- *El medio ambiente en general, la atmósfera en la que vivimos; por ejemplo, contaminación.*
- *La gasificación, la contaminación, los fuegos, los cigarrillos. [No está claro lo que significa gasificación; fuegos no queda suficientemente especificado. El humo de los cigarrillos no es una causa relevante de lluvia ácida],*

- *La contaminación como la de las centrales nucleares.*

Nota de corrección: Mencionar solamente contaminación es suficiente para asignar la puntuación parcial. Todo ejemplo que acompañe a esta palabra será valorado para saber si la respuesta merece la puntuación total.

Ninguna puntuación

Otras respuestas, incluyendo aquellas que no mencionen contaminación y que no proporcionen una causa importante de lluvia ácida.

- *Son emitidos por los plásticos.*
- *Son componentes naturales del aire.*
- *Los cigarrillos.*
- *El carbón y el petróleo. [No es suficientemente precisa. No hace referencia a la combustión].*
- *Centrales de energía nuclear.*
- *Residuos industriales. [No es suficientemente precisa].*

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: *Respuesta construida abierta.*

Capacidad: *Explicar fenómenos científicamente.*

Categoría de conocimiento: *Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).
Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia)*

Área de aplicación: *Medio ambiente.*

Marco o Contexto: *Global (social)*

Comentario:

Esta pregunta exige que el alumno explique el origen del azufre y del nitrógeno en el aire. Las respuestas correctas requieren que demuestren comprender los agentes químicos originados por los escapes de los coches, las emisiones de las fábricas y la quema de combustibles fósiles. Deben saber que los óxidos de azufre y nitrógeno son productos de la quema de los combustibles fósiles o que surgen de la actividad volcánica.

Los alumnos muestran la capacidad de recordar hechos relevantes y, por lo tanto, de explicar que la fuente de los gases que contribuyen a la lluvia ácida son los agentes contaminantes atmosféricos.

El conocimiento del origen de estos gases coloca a la pregunta en el área de contenido «Sistemas físicos». Puesto que la lluvia ácida es un peligro relativamente local, el marco es social.

Atribuir los gases a una contaminación no especificada también es una respuesta aceptable.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 4

El agua pura destilada tiene un pH de 7,0 que es neutro. El agua marina debería ser ligeramente básica o alcalina, con un pH de alrededor de 8,2 cerca de la superficie. Hasta ahora, las emisiones de dióxido de carbono y la lluvia ácida han reducido el pH del agua superficial unos 0,1 puntos. La escala de pH es logarítmica, por lo que incluso los cambios numéricos más pequeños representan efectos de grandes proporciones. Un descenso del pH de 0,1 significa que el agua se ha vuelto un 30% más ácida.

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico- molecular de la materia te proponemos que:

a) Escribas las ecuaciones químicas correspondientes y expliques los equilibrios ácido-base que tienen lugar en la acidificación marina a partir de la disolución reversible del dióxido de carbono en agua.

.....
.....

b) Representes la molécula del ácido formado:

b1) En forma simbólica y su fórmula desarrollada.

b2) Utilizando el modelo atómico molecular (dibujo con esferas - representación microscópica). Te damos una guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del carbono con una esfera negra.

c) Justifica el carácter ácido en agua de esta molécula, en función de los átomos y enlaces intervinientes.

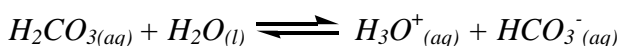
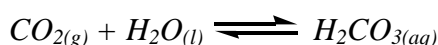
.....
.....

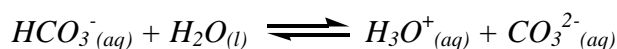
B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 4

Máxima puntuación: 2 puntos

b) *Acidez natural*

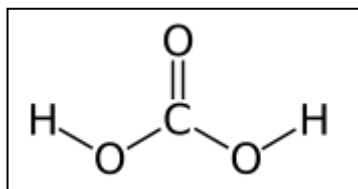




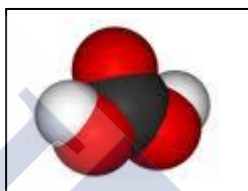
La lluvia normal es ligeramente ácida pues el dióxido de carbono del aire reacciona reversiblemente con el agua para formar una solución de ácido carbónico que se disocia dando por resultado la liberación de $\text{H}_3\text{O}^+{}_{(aq)}$.

b)

b1)



b2)



b1) y b2) Imágenes obtenidas de:

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_carb%C3%B3nico (19-09-11)

c) La elevada polaridad del enlace O—H es una de las razones por las que el protón de un grupo O—H puede donarse y la molécula de oxácido, es ácida. La electronegatividad del átomo central (Carbono) hace que el enlace sea covalente. Cuanto más electronegativo es el no metal, más ácido es el ácido ya que por un lado el enlace O-H se hace más polar favoreciendo la pérdida de protón y por otro cuanto más electronegativo más estable es la base conjugada. La presencia de otros oxígenos unidos al carbono atraen la densidad electrónica del enlace O-H por lo que la polaridad del mismo aumenta. Estos átomos también favorecen la estabilidad de la base conjugada.

Al donar un $\text{H}^+{}_{(aq)}$, a una molécula de agua se forma un ion hidronio, $\text{H}_3\text{O}^+{}_{(aq)}$. Es un ácido poliprótico porque puede donar dos protones.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación utilizando el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.



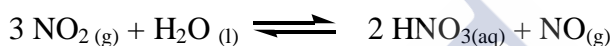
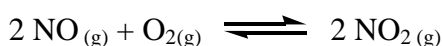
A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 5

Uno de los óxidos que acidifica en exceso el agua de lluvia es el $\text{NO}_{(g)}$.

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico-molecular de la materia te proponemos que:

a) Expliques las siguientes ecuaciones correspondientes a algunas de las reacciones químicas que tienen lugar en dicha acidificación.

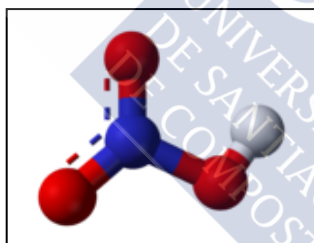


.....

.....

b) Con respecto a las siguientes imágenes contesta:

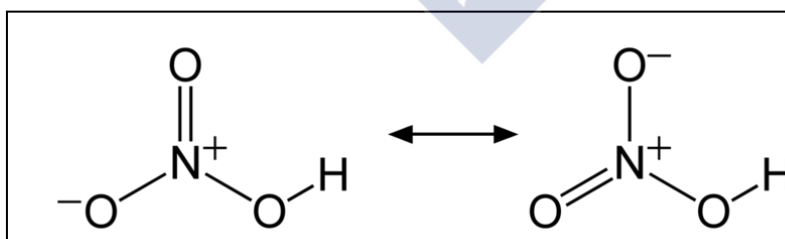
b1) ¿A qué compuesto químico se refiere la representación microscópica? Te damos una guía: el átomo de oxígeno se representa con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del nitrógeno con una esfera azul. Escribe la fórmula simbólica y el nombre.



.....

.....

b2) Expliques qué representan estas fórmulas desarrolladas.



Imágenes obtenidas de: http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_n%C3%ADtrico
(20-9-11)

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 5

Máxima puntuación: 2 puntos

a) La respuesta incluye la interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) con la correspondiente explicación de la formación de óxidos y ácido. Éstos últimos, responsables finales de la acidez de la lluvia.

b)

b1) Ácido nítrico: HNO_3

b2) La fórmula desarrollada del ácido nítrico es un híbrido de resonancia de dos estructuras de resonancia equivalentes. Los enlaces entre el nitrógeno y el oxígeno son también equivalentes. Las cargas en los elementos representan las cargas formales.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) y de la representación microscópica (modelo atómico molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 6

El CO_2 atmosférico se disuelve en el agua tanto de río como de mar, combinándose químicamente con el agua para producir un ión bicarbonato y un ión de hidronio. El bicarbonato se disocia para producir carbonato e hidronio. El carbonato se combina con calcio para producir un precipitado de carbonato de calcio. Si el pH del agua baja significativamente, dichas reacciones pueden revertir hacia la formación de CO_2 .

El efecto del pH sobre el porcentaje de composición de bicarbonato y carbonato es básicamente el mismo para agua dulce y para agua salada.

No obstante, como se observa en la siguiente figura, existe una diferencia pequeña, entre el patrón de curvas para agua pura y para agua salada.

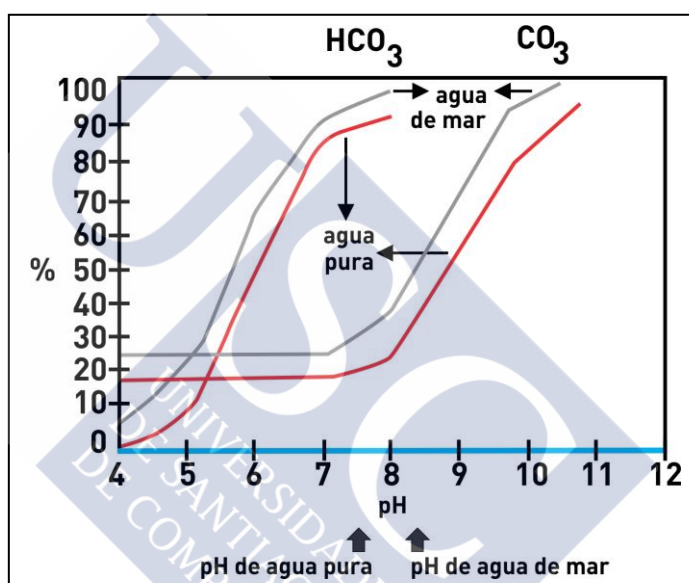


Imagen obtenida: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf> (20-9-11)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s y explica por qué la/s elegiste.

- ☐ El porcentaje de composición de iones bicarbonato y carbonato, a un pH dado, es mayor en el agua de mar.
- ☐ Si en el mar hay mayor concentración de iones bicarbonato y carbonato, habrá mayor disolución del carbonato de calcio (efecto del ión común).
- ☐ A pH alcalinos no se favorece la precipitación de los carbonatos.
- ☐ A pH ácido y dado que el bicarbonato es muy volátil, se favorece la eliminación del mismo.

.....

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 6

Puntuación máxima: 2 puntos

Solamente la primera afirmación se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico. Se debe explicar el por qué de la elección.

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica la opción correcta, sin explicación.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Personal.

Comentario:

Los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico, hay que identificar cuáles son las variables representadas en el mismo y comprender su relación.

La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para interpretar la gráfica.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 7

La producción de carbonato cálcico (la calcificación) en los océanos se debe a una variedad de organismos que incluye corales, algas coralinas, organismos planctónicos y algas fotosintéticas calcificadoras. Estas algas calcificadoras y productoras de pigmentos desempeñan una función central en la acumulación de carbonato en el sedimento marino, mediante la producción de placas de carbonato cálcico y la subsiguiente sedimentación de estos en los fondos oceánicos.

La acidificación del agua del mar y el cambio climático tiene efectos múltiples. Uno de ellos es interferir en la reproducción de algunas especies y en las capacidades de otras, las llamadas calcificadoras, para formar conchas y esqueletos rocosos de carbonato de calcio.

Como se puede ver en la figura de la derecha, los corales se han deteriorado y decolorado.



Imágenes obtenidas de:

<http://losarchivosdelatierra.com/inicio/2009/7/23/la-gran-barrera-de-corales-sera-el-primer-ecosistema-global.html> (21-9-11)

a) ¿A partir del texto y de las imágenes anteriores, pueden extraerse las siguientes conclusiones? Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones de las imágenes?	Respuesta
La acidificación del mar y el cambio climático, destruyen la cadena trófica.	Sí / No
La acidificación del mar y el cambio climático, causan la pérdida de nutrientes esenciales.	Sí / No
La acidificación del mar y el cambio climático, producen la destrucción de los corales y el blanqueamiento de los mismos.	Sí / No

b) Explica, lo más detalladamente posible, utilizando tus conocimientos de química, la/s respuesta/s positiva/s que hayas elegido.

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 7

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Las tres correctas: No, No, Sí, en este orden.

b) Explicación: La acidificación del mar y el cambio climático, impiden la formación de los exoesqueletos (carbonato cálcico) y producen la disminución de las algas fotosintéticas con la consiguiente pérdida de color. Se valorará el uso del conocimiento químico en la explicación del proceso de disolución de los exoesqueletos.

La reacción que representa la disolución del carbonato cálcico es la siguiente.



Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos una afirmación correcta, con explicación.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilizar pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).
Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal

Comentario:

Para la competencia “utilizar pruebas científicas”, esta pregunta pide que el alumno utilice la información proporcionada en el texto y la imagen para llegar a una conclusión acerca de los efectos del cambio climático y acidificación del mar sobre los corales.

Por medio de esta pregunta se pueden evaluar las habilidades de los alumnos a la hora de interpretar datos científicos expresados de forma visual, así como su capacidad para extraer las conclusiones pertinentes. Para responderla no es necesario recurrir a ninguna información exterior a la que se suministra en el estímulo.

Varios elementos de información con los cuales un alumno puede llegar a una conclusión acompañan esta pregunta. El conocimiento de un proceso físico químico es un requisito previo para llegar a la conclusión correcta.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 8

En la figura siguiente puedes observar una representación sintética del origen del bicarbonato y carbonato en el ambiente marino.

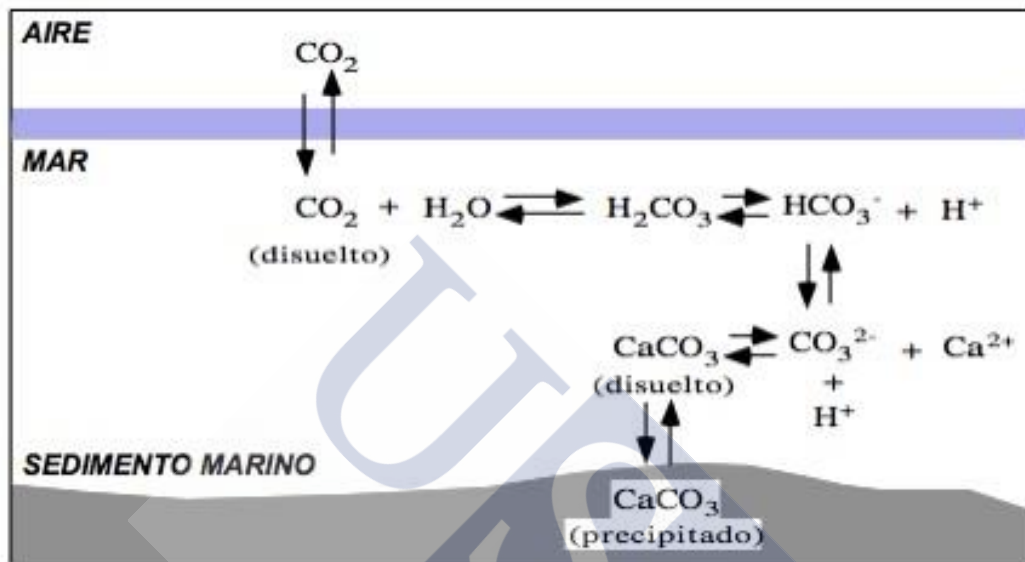


Imagen obtenida de: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf>

(20-9-11)

Utilizando tus conocimientos de equilibrio químico, te proponemos que describas como se desplazarán los equilibrios indicados en la figura, en:

a) Un medio acuoso ácido

.....

.....

b) Un medio acuoso básico.

.....

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 8

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta incluye la interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) con la correspondiente explicación de la formación de óxidos y sales.

- a) En medio ácido se desprende dióxido de carbono gaseoso, dado que según el principio de Le Chatelier, el equilibrio se desplazará hacia la izquierda.*
- b) En medio alcalino se favorece la formación de carbonato cálcico, que precipita.*

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación del lenguaje simbólico (nomenclatura química) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar los fenómenos químicos propuestos.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 1

VIE 14.04.2006

SALUD : VAN DESDE PANES, ACEITES Y LECHES HASTA CHICLES Y ALFAJORES

Cada vez hay más alimentos que ayudan a prevenir enfermedades

Los llaman "funcionales". Son productos modificados o con agregados de componentes con efecto terapéutico probado.

La mayoría actúa sobre los sistemas cardiovascular o gastrointestinal.



Un yogur que previene infecciones intestinales y fortalece el sistema inmunológico. Una leche que ayuda a bajar el colesterol o a disminuir la pérdida de calcio. Un pan que permite bajar las probabilidades de desarrollar cáncer de colon. Un chicle con xilitol, un tipo de azúcar con propiedades antimicrobianas que, además de prevenir la caries, ayuda a mantener limpios los dientes. Una nueva generación de alimentos está haciendo furor en el Primer Mundo y empieza a ganar terreno en las góndolas argentinas: bautizados "funcionales", son productos que, además de nutrir, aportan beneficios para la salud. Según los especialistas, son la novedad más revolucionaria y prometedora en materia de nutrición.

La mayoría de los productos desarrollados hasta el momento actúan sobre los sistemas gastrointestinal y cardiovascular.

En Argentina ya se venden leches, yogures, panes, aceites, postres infantiles, atunes, galletitas, huevos, pastas, milanesas de carne y soja, dulce de leche, mieles y alfajores. Y pronto desembarcarán un pan francés con omega 3, 6, 9 y fitoesteroles, tapas de tartas y empanadas, aceite de pescado (aporta omega 3, fibra y fitoesteroles), pan de avena con omega 3 y 9 y fitoesteroles y postres (cheese cake y mousse) con omega 3, 6, 9 y fibra.

a) De la lectura de este artículo periodístico, ¿cuál/es de la/s siguiente/s pregunta/s puede/n ser respondida/s mediante pruebas científicas?

Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☐ ¿El pan francés con omega 3, 6, 9 y fitoesteroles, actúa sobre el estado de ánimo de la población?
- ☐ ¿La mayoría de los productos “funcionales” desarrollados hasta el momento actúan sobre los sistemas gastrointestinal y cardiovascular?
- ☐ ¿Estos alimentos constituyen la novedad más revolucionaria y prometedora en materia de nutrición?
- ☐ ¿Cómo actúa el xilitol para mantener limpios los dientes?

b) Describe y explica detalladamente cada una de tus afirmaciones.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES: puntuación de la pregunta 1

Máxima puntuación: 2 puntos

B y D pueden ser respondidas mediante pruebas científicas.

Las respuestas deben centrarse en reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente y reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Social. Personal.

Comentario: Para realizar el ejercicio, el alumno debe identificar las variables que no han sido o pueden ser sometidas a control y que pueden influir en el resultado de las mediciones. El tema principal hace referencia al diseño de experimentos.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 2

A continuación podrás leer una adaptación del resumen de un artículo académico publicado en Archivos Latinoamericanos de Nutrición, órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición.

Hábitos alimentarios y experiencia de caries en adultos jóvenes en Rosario, Argentina

Kohli A, Poletto L. y Pezzotto SM

Cátedra de Histología y Embriología Facultad de Odontología, Consejo de Investigaciones, Universidad Nacional de Rosario, Argentina

RESUMEN

En Rosario la atención odontológica se brinda en ámbitos privados y públicos. Los servicios públicos carecen de programas para evitar la pérdida dentaria en adultos. Nuestro objetivo fue describir el perfil epidemiológico de experiencia de caries y hábitos dietéticos en tres sub-poblaciones de adultos jóvenes. Se investigaron 517 pacientes, ambos sexos, 15-45 años, concurrentes a un servicio privado (19%) y dos públicos (81%), uno céntrico y otro marginal. Variables investigadas: consumo de lácteos y alimentos dulces y estado bucal. Se aplicaron pruebas estadísticas. Promedios hallados: dientes cariados 1,7 en privado y 4,1 en públicos; dientes ausentes 5,4 en privado y 6,8 en públicos. Consumo diario de lácteos: mayoría en pacientes de ámbito privado. En los servicios públicos los pacientes reemplazan la leche por el mate. Alimentos dulces: los que acuden al sector privado consumen panificados tipo facturas, tortas, galletitas; y a los públicos caramelos blandos, alfajores y dulce de leche.

Palabras claves: Epidemiología, hábitos alimentarios, estado bucal y socioeconómicos.

OLETTO L, Kohli A y PEZZOTTO, SM. **Hábitos alimentarios y experiencia de caries en adultos jóvenes en Rosario, Argentina.** *ALAN.* [Online]. dic. 2007, vol.57, no.4 [citado 21 Septiembre 2011], p.381-386. Disponible en la World Wide Web: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0004-0622.

a) ¿Alguna de estas preguntas ha formado parte de la investigación indicada anteriormente? Rodea «Sí» o «No» con un círculo para cada una de las preguntas.

¿Alguna de estas preguntas ha formado parte de la investigación indicada anteriormente?	Respuesta
¿Quiénes desarrollan más caries, los hombres o las mujeres?	Sí / No
¿Qué hábitos dietéticos tienen determinadas poblaciones de individuos?	Sí / No
¿Qué proporciones hay de dientes cariados y ausentes en los servicios estudiados?	Sí / No
¿Cómo es la atención odontológica en Rosario?	Sí / No

b) ¿Cómo está compuesta la muestra objeto de investigación?

.....

c) De las variables investigadas, ¿cuáles son la independiente y la dependiente?

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 2

Puntuación máxima: 2 puntos

- a) No, Sí, Sí, No; en este orden, identificando los problemas de investigación.
- b) Se caracteriza la muestra a partir de los datos proporcionados en el texto.
- c) Se identifican la variable independiente y las dependientes.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos una afirmación correcta con explicación.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social. Personal.

Comentario:

Este ejercicio requiere que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que se pueden responder mediante la investigación científica de las que no pueden serlo. En lo sustancial, comporta la aplicación de un conocimiento sobre la metodología científica y, por lo tanto, se encuadra en la categoría de conocimiento, «Investigación científica». Se trata de un contexto relevante para la vida cotidiana, pues es importante que los ciudadanos tengan ciertas nociones sobre los factores que influyen en la formación de caries. La categoría de conocimiento es, por tanto también, «Sistemas vivos».

Desde el punto de vista de las Capacidades, su clasificación es claramente «Identificar cuestiones científicas».



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 3

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones del texto que se presentó en la pregunta anterior?

Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones del texto?	Respuesta
Los pacientes que acuden al ámbito privado presentan menos caries y dientes ausentes, dado que consumen determinados alimentos que no producen el descenso del pH de la saliva.	Sí / No
Los pacientes que acuden al ámbito privado no consumen determinados alimentos porque reconocen los riesgos cariogénicos (causantes de caries) asociados a su ingesta.	Sí / No
Los pacientes que acuden al ámbito privado presentan menos caries y dientes ausentes, dado que consumen más lácteos y dulces considerados de menor riesgo cariogénico.	Sí / No

b) Explica, lo más detalladamente posible, las razones por las cuales hayas elegido la/s respuesta/s positiva/s.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES: puntuación de la pregunta 3

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Las tres correctas: No, No, Sí, en este orden.

b) Explicación: El consumo diario de lácteos es mayoritario en pacientes de ámbito privado y aquellos contienen calcio que favorece la estructura del esmalte dental. Asimismo, estos pacientes consumen panificados, que son de menor riesgo cariogénico. Los pacientes del ámbito público consumen caramelos blandos, alfajores y dulce de leche, que son de mayor riesgo cariogénico. Se valorará el uso de las pruebas presentadas en el texto del resumen escrito.

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica la opción correcta, sin explicación.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social.

Comentario:

Para la competencia “Utilizar pruebas científicas”, esta pregunta pide que el alumno utilice la información proporcionada en el texto de la pregunta anterior. En esta ocasión, los datos (pruebas) se suministran en forma de un resumen escrito.

La tercera afirmación es la única correcta. La primera y segunda afirmaciones son verosímiles, sin embargo, no se sustenta en la información proporcionada. La pregunta permite medir la familiaridad del alumno con la redacción de un resumen y la capacidad de distinguir entre afirmaciones probables y afirmaciones demostradas. Para contestar la pregunta no es necesario recurrir a ninguna información exterior a la que se suministra en el estímulo.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 4

El gráfico que figura a continuación muestra la frecuencia porcentual del consumo de alimentos perjudiciales que favorecen la formación de caries. Dicho gráfico ha sido obtenido del servicio de atención odontológica en la ciudad de Rosario.

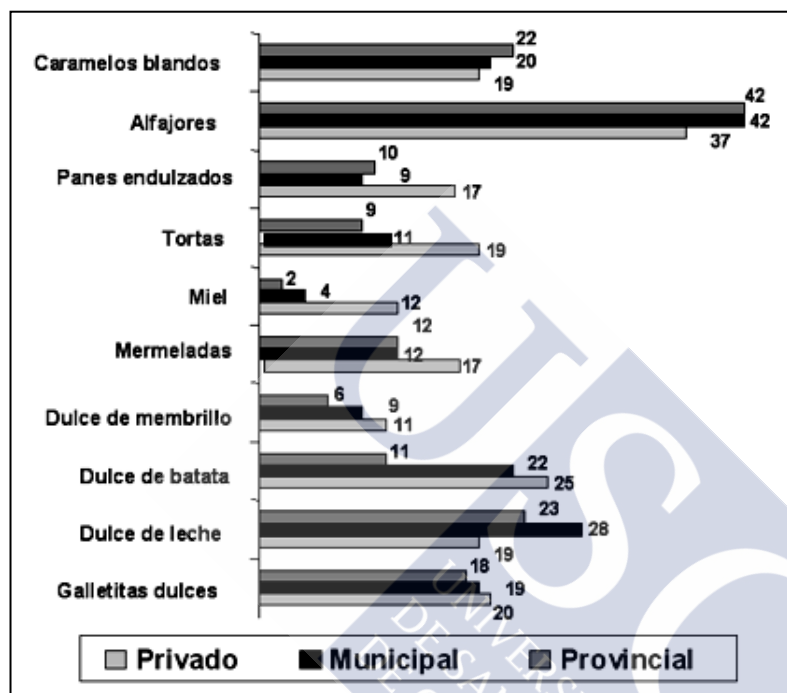


Gráfico obtenido de:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000406222007000400011&script=sci_arttext&tlng=pt (21-09-11)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s.

- ☐ En los servicios públicos se encontró que la ingesta mayor es de caramelos blandos, alfajores y dulce de leche.
- ☐ Cuantas más golosinas consume la gente, mayor es la prevalencia de tener caries.
- ☐ En los servicios privados se halló menor ingesta de tortas y dulces.
- ☐ El dulce de batata gusta más que el de membrillo.

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 4

Puntuación máxima: 2 puntos

La respuesta A es la única correcta.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye la afirmación correcta y una incorrecta.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple simple.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social.

Comentario:

La categoría de conocimiento es «Utilizar pruebas científicas». En esta ocasión, los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo.

La primera respuesta es la única correcta. La segunda contiene una afirmación probablemente verdadera, sin embargo no se sustenta en la información proporcionada. La tercera y la cuarta son verosímiles, pero no se refieren a datos que se hayan proporcionado en la gráfica. La pregunta permite medir la familiaridad del alumno con el método gráfico de representación de resultados, la capacidad de distinguir datos empíricos, y la capacidad de distinguir entre afirmaciones probables y afirmaciones demostradas.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 5

La iniciación de una caries depende de la presencia de la bacteria *Streptococcus mutans* en la saliva. En pocas horas estas bacterias comienzan a hidrolizar la sacarosa, presente sobre todo en los dulces, en sus monosacáridos: glucosa y fructosa.

La enzima *glucosiltransferasa* de las bacterias, une las moléculas de glucosa y forma *dextrano* que es un polisacárido gomoso. La placa dental está formada por la acumulación de bacterias y dextrano adheridos a los dientes.

La fructosa resultante de la hidrólisis de la sacarosa, es el azúcar primario que se transforma en ácido láctico por fermentación. (Tortora; Funke & Case, 2007)



Imagen obtenida de:

<http://mcm-dientesfelices.blogspot.com/2010/04/la-placa-dental-o-bacteriana-llamada.html> (24-09-11)

Utilizando tus conocimientos de química te proponemos que expliques la hidrólisis de la sacarosa, utilizando las fórmulas desarrolladas de los correspondientes reactivos y productos implicados en la reacción.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 5

Máxima puntuación: 2 puntos

La sacarosa reacciona con el agua como muestra la imagen.

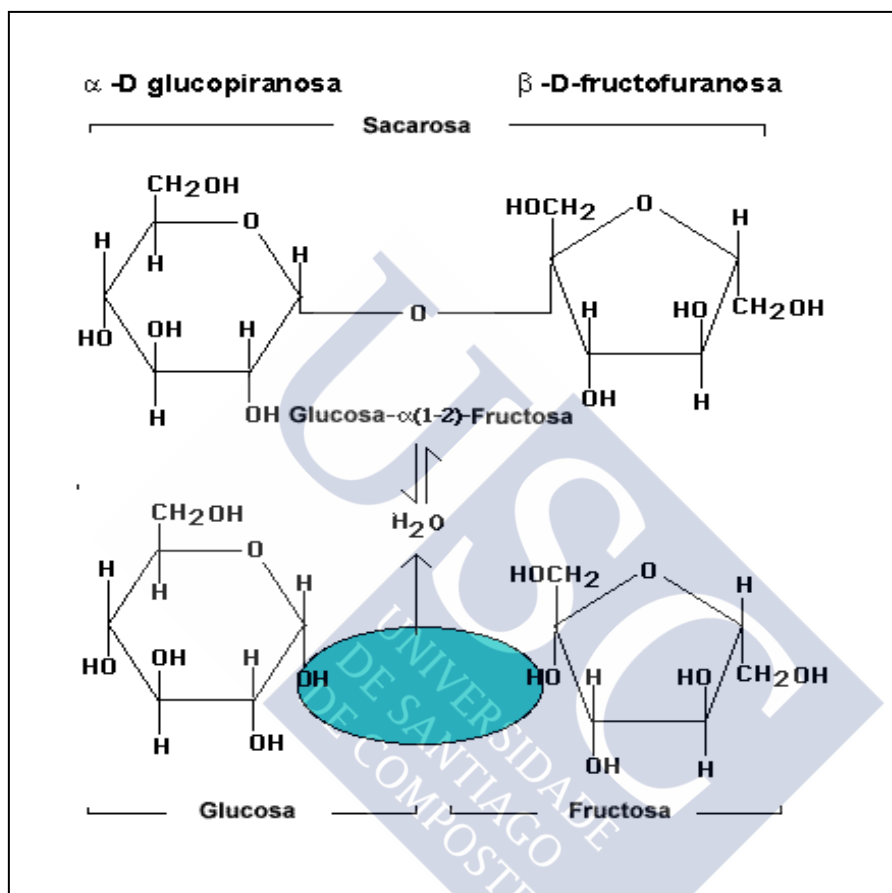


Imagen obtenida de: <http://www.bioquimicaqui11601.ucv.cl/unidades/hdec/HdeC3.html>
(24-09-11)

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye alguna fórmula de los reactivos o de los productos.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación utilizando el lenguaje simbólico (nomenclatura química) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 6

Los restos de hidratos de carbono ingeridos en la dieta son metabolizados en la cavidad bucal por la placa bacteriana. El resultado de este proceso genera variedad de ácidos.

Si utilizamos el modelo atómico molecular de la materia, la imagen representaría uno de dichos ácidos: el ácido láctico. (Te damos la siguiente guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del carbono con una esfera negra).

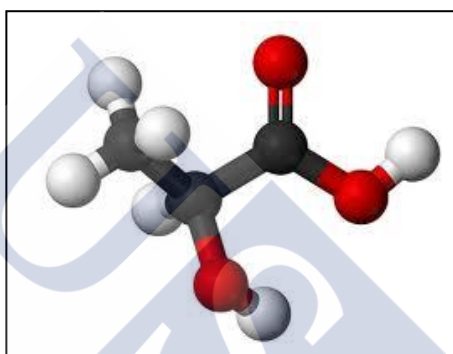


Imagen obtenida de:

<http://medicinas.atompedia.com/es/imagen/aspirina/acido-salicilico/acido-lactico>
(05-03-10)

Justifica el carácter ácido de esta molécula, utilizando la electronegatividad de los átomos que la conforman.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 6

Máxima puntuación: 2 puntos

La elevada polaridad del enlace O—H es una de las razones por las que el próton de un grupo O—H puede donarse y la molécula de oxácido, es ácida. En el grupo carboxílico, el oxígeno que está ligado al átomo de hidrógeno provee un átomo electronegativo adicional que atrae la carga negativa. Esta densidad electrónica estabiliza el anión, y puesto que la carga está distribuida sobre varios átomos, es menos efectiva en atraer un protón. Por lo tanto tiende a cederlo dándole su carácter ácido a la molécula.

La característica de este compuesto como ácido (lo mismo para todos los ácidos orgánicos) se debe a la presencia del oxígeno (con el doble enlace unido al C que atrae los electrones) y a la estabilidad de la base conjugada.

Puntuación parcial. 1 punto

La respuesta incluye la afirmación que cuanto más electronegativo es el no metal (oxígeno) unido al hidrógeno, más ácido es el ácido, favoreciendo la pérdida del protón.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.



Instrumento Fin 2012





ENCUESTA: DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PARA EL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE SECUENCIAS DE ENSEÑANZA

Estimado estudiante, te rogamos que tengas a bien contestar, **lo más detalladamente posible y en forma individual**, las preguntas que se te presentan.

Con esta encuesta se pretende investigar determinadas competencias científicas, en una determinada etapa de instrucción.

El siguiente instrumento, no forma parte de la evaluación de ningún curso. Sólo se utilizará para identificar prioridades a la hora de diseñar y planificar secuencias de enseñanza.

Te agradecemos sinceramente tu colaboración.

**FBCB
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

APELLIDO Y NOMBRE/S DEL ALUMNO/A:.....
Fecha:....../....../...Asignaturas de **Química** que cursó en **2012:**.....

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 1

A continuación podrás leer una adaptación del resumen de un artículo académico publicado en la Revista de Educación Ambiental (Costa Rica), *Biocenosis*.

EL USO DE LÍQUENES COMO BIOMONITORES PARA EVALUAR EL ESTADO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA A NIVEL MUNDIAL

Víctor Hugo Méndez Estrada

Julián Monge Nájera

Los líquenes son frecuentemente utilizados como biomonitores (bioindicadores y bioacumuladores) para evaluar la calidad atmosférica, debido a su longevidad y porque obtienen la mayor parte de sus nutrientes del aire, lo que los hace muy sensibles a las impurezas presentes en el medio. Se emplean como biomonitores cuando se realiza un mapeo de todas las especies presentes en un área específica o se estudian a lo largo del tiempo para comparar los resultados con valores promedio y por bioacumulación cuando se hace un muestreo de las especies líquénicas y se miden, por medio de análisis químicos, los contaminantes acumulados en sus talos. Tras revisar la última literatura publicada a nivel mundial, se concluye que el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno (componentes de la lluvia ácida) son los principales contaminantes presentes en la atmósfera y ellos influyen en el crecimiento, distribución y salud de los líquenes. África y Oceanía son las regiones donde menos trabajos recientes existen en el campo.

PALABRAS CLAVE: • Bioindicación • Estudio global de líquenes • Bioindicador • Bioacumulación

<http://web.uned.ac.cr/biocenosis/images/stories/articulosVol25/08-Mendez-Liquenes-VF.pdf>. (12-09-12)

a) De la lectura de este resumen, ¿cuál/es de la/s siguiente/s pregunta/s puede/n ser respondida/s mediante pruebas científicas?

- ☐ A. ¿Por qué los líquenes constituyen buenos biomonitores?
- ☐ B. ¿Los investigadores de África y Oceanía, no tienen intenciones de estudiar los efectos de la contaminación ambiental?
- ☐ C. ¿Cuáles son los principales contaminantes en la atmósfera?
- ☐ D. ¿La incertidumbre científica acerca de la influencia de los contaminantes en la formación de lluvia ácida ¿es razón para que los gobiernos no tomen medidas al respecto?

b) Describe y explica detalladamente cada una de tus afirmaciones.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 1

Máxima puntuación: 2 puntos

A y C pueden ser respondidas mediante pruebas científicas.

Las respuestas deben centrarse en reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente e implícitamente, reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto, con explicación.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Social.

Comentario: para realizar el ejercicio, el alumno debe identificar las variables que no han sido sometidas a control y que pueden influir en el resultado de las mediciones. El tema principal hace referencia al diseño de experimentos.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 2

Los líquenes se usan para observar la calidad del aire, pues reaccionan frente a los contaminantes presentes en su medio; por lo tanto, informan de la desviación respecto a las condiciones de normalidad que deben existir en sus ecosistemas para su óptimo desarrollo.

El dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, son algunos de los componentes de la lluvia ácida y producen daños cuando son absorbidos por los líquenes, entre algunos de los efectos, los incapacitan para realizar la fotosíntesis, debido a que daña la clorofila.



Líquenes en la fachada de la Catedral de Santiago de Compostela (Galicia-España)
obtenida de: <http://www.flickr.com/photos/jlcernadas/5187532622/> (18-09-12)

¿Consideras que los efectos de la lluvia ácida se pueden investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo para comprobar la correlación entre los contaminantes que originan la lluvia ácida y los cambios en los líquenes.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 2

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta debe contener una descripción del método utilizado en el que se identifiquen: el problema objeto de investigación, las hipótesis que se pretenden

contrastar, las variables que intervienen (lluvia ácida/líquenes) y los efectos o reacciones que se producen (relación entre variables).

El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (líquenes) fueron causados por la variable independiente (agua ácida).

En definitiva el alumnado deberá reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye una descripción de las condiciones del experimento o establece variables, o una relación causa-efecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se pretende que el alumno elabore un diseño experimental netamente cualitativo, por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (líquenes) son causados por la variable independiente (lluvia ácida). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

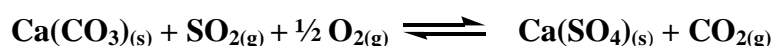
A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 3

Uno de los procesos para la eliminación del $\text{SO}_{2(g)}$ en las industrias, es el que tiene lugar en una torre de absorción de gases sobre suspensión de caliza en agua. Así se puede producir yeso [$\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$], a partir de los fangos de las aguas residuales.

Información obtenida en http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/Ponencias-ID55.pdf (27-09-12)

La siguiente ecuación química simboliza la reacción antes mencionada:



- a) Utilizando tu conocimiento de química, explica detalladamente el tipo de reacción y los procesos que tienen lugar en la ecuación anterior.

.....

.....

Si se inhibe la aireación se produce:



- b) Utilizando tu conocimiento de química, explica detalladamente el tipo de reacción y los procesos que tienen lugar en la ecuación anterior.

.....

.....

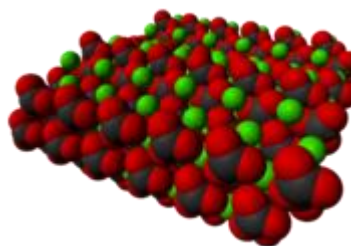
- c) Utilizando tu conocimiento de química, indica como se denominan los modelos de representación del carbonato de calcio que se ilustran en las siguientes imágenes.

c₁)



c₂) $\text{CaCO}_{3(s)}$

c₃)



Imágenes obtenidas de:

http://es.wikipedia.org/wiki/Carbonato_de_calcio (27-09-12)

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 3

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Se produce una reacción redox: el azufre del dióxido de azufre se oxida de +4 a +6 y el oxígeno se reduce de 0 a -2. Luego ocurre una sustitución y los grupos sulfatos reaccionan con el calcio produciéndose sulfato de calcio y dióxido de carbono.

b) No se produce una reacción redox. Lo que ocurre es una sustitución: el carbonato se elimina como dióxido de carbono y el dióxido de azufre reacciona con el calcio produciéndose sulfato de calcio.

c)

c₁) Representación macroscópica.

c₂) Representación simbólica.

c₃) Representación microscópica o modelo espacial de esferas.

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto. Se solicita, además, la aplicación del lenguaje simbólico.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 4

Existen estudios que demuestran la existencia, por lo general, de una buena correlación entre la decoloración, deformación y muerte de los líquenes con la concentración de contaminantes, principalmente SO_2 , CO_2 y NO_2 .

Uno de los óxidos que acidifica en exceso el agua de lluvia es el dióxido de azufre.

Utilizando tus conocimientos del lenguaje simbólico y del modelo atómico-molecular de la materia te proponemos que:

a) Expliques los equilibrios ácido-base que tienen lugar en la acidificación de la lluvia, a partir de la disolución reversible del dióxido de azufre en agua, indicando las ecuaciones químicas correspondientes.

.....
.....

b) Representes la molécula de los dos ácidos formados:

b1) En forma simbólica y sus fórmulas desarrolladas.

b2) Utilizando los modelos de esferas y barras o el espacial (representación microscópica). Te damos una guía: el átomo de oxígeno con una esfera roja, el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del azufre con una esfera amarilla.

c) Justifica el carácter ácido en agua de dichas moléculas, en función de los átomos y enlaces intervinientes.

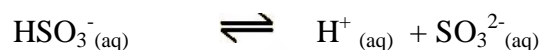
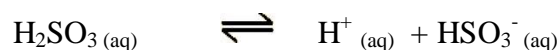
.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 4

Máxima puntuación: 2 puntos

a)

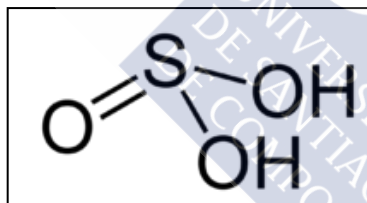


y

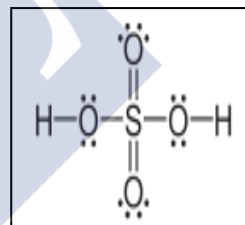


b)

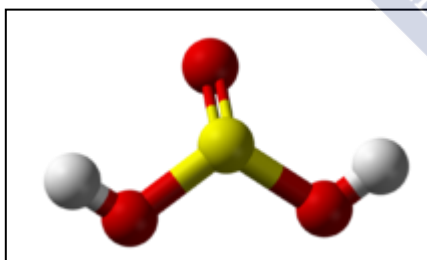
b₁) H₂SO₃



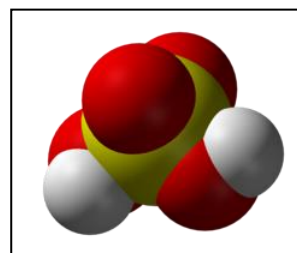
H₂SO₄



b₂) H₂SO₃



H₂SO₄



b₁) y b₂) Imágenes obtenidas de: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_sulfuroso
(12-09-12)

c) La elevada polaridad del enlace O—H es una de las razones por las que el protón de un grupo O—H puede donarse y la molécula de oxácido, es ácida. La electronegatividad del átomo central (azufre) hace que el enlace sea covalente. Cuanto más electronegativo es el no metal, más ácido es el ácido ya que por un lado el enlace O-H se hace más polar favoreciendo la pérdida del protón y por otro cuanto más

electronegativo más estable es la base conjugada. La presencia de otros oxígenos unidos al azufre atrae el par electrónico del enlace O-H por lo que la polaridad del mismo aumenta. Estos átomos también favorecen la estabilidad de la base conjugada.

Las moléculas de agua atraen a los H^+ , formándose iones hidronio, $H_3O^+_{(aq)}$ e incrementándose la acidez del medio.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación utilizando el lenguaje simbólico (nomenclatura química) y la representación microscópica (modelo atómico-molecular de la materia) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.

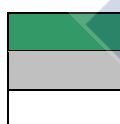
A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 5

Al fluir la lluvia ácida a través de los terrenos disminuye el pH de un lago o arroyo. Tanto el pH bajo como otros factores asociados son directamente perjudiciales para los peces. Aunque podrían no causarles la muerte individualmente, sí conducirían a una reducción en su peso y tamaño, lo cual los hace menos capaces de competir por su alimento y su hábitat.

El cuadro que figura a continuación muestra la supervivencia de peces y crustáceos en función del pH.

	pH 6,5	pH 6,0	pH 5,5	pH 5,0	pH 4,5	pH 4,0
TRUCHAS						
LUBINAS						
PERCAS						
RANAS						
SALAMANDRAS						
ALMEJAS						
CANGREJOS DE RÍO						
CARACOLES						



Pueden vivir sin problemas
Pierden peso y tamaño
Mueren

Imagen transformada de:

http://www.epa.gov/acidrain/spanish/effects/surface_water.html (13-09-12)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ve corroborada por los datos que figuran en el gráfico? Marca con una ☒ la/s opción/es correcta/s y explica por qué la/s elegiste.

- ☐ Las ranas, pueden subsistir en agua con un pH más bajo que las truchas.
- ☐ Todos los peces y crustáceos, así como los insectos de los que se alimentan, pueden tolerar el mismo nivel de aguas alcalinas.
- ☐ Las crías y retoños de la mayoría de las especies son, generalmente, más sensibles que los adultos a las condiciones ambientales.
- ☐ Algunas clases de animales pueden tolerar aguas ácidas. Otras, en cambio, son sensibles a la acidez y desaparecerán a medida que disminuya el pH.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 5

Puntuación máxima: 2 puntos

La primera y la última afirmación se ven corroboradas por los datos que figuran en el gráfico. Se debe explicar el por qué de la elección.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos una afirmación correcta, con explicación.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco: Personal.

Comentario:

Los datos (pruebas) se suministran en forma de tabla. Para interpretar correctamente la tabla, hay que identificar cuáles son las variables representadas en el mismo y comprender su relación.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

LLUVIA ÁCIDA: Pregunta 6

Para poder contar con información que muestra la importancia del uso de los líquenes para determinar la calidad del aire (y posibilidades de lluvia ácida), se realiza una descripción resumida de algunos estudios donde se emplean los líquenes como bioindicadores y bioacumuladores de los contaminantes atmosféricos como se puede ver en la siguiente tabla.

Contaminante estudiado en los líquenes	Lugar del estudio	Resultados importantes
2007		
CO, NO _x y SO ₂	Roma, Italia	La diversidad de líquenes disminuye cuando hay mayores concentraciones de CO, NO _x y SO ₂ en la atmósfera.
2006		
SO _x , NO _x , CO, CO ₂	Bogotá, Colombia	La contaminación guarda estrecha relación con la ausencia de líquenes.
2000		
CO, SO ₂ , NO _x	Rosario, Argentina	Se observan bajas concentraciones de estos contaminantes en zonas suburbanas y altas concentraciones en zonas cercanas a la mayor actividad industrial.

Adaptación de la información obtenida de:
<http://web.uned.ac.cr/biocenosis/images/stories/articulosVol25/08-Mendez-Liquenes-VF.pdf>. (12-09-12)

b) ¿A partir del texto y de la tabla anterior, pueden extraerse las siguientes conclusiones? Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones de los datos de la tabla?	Respuesta
En Bogotá la contaminación guarda relación con el fenómeno conocido como “lluvia ácida” responsable de los daños en los techos de zinc y alambrados.	Sí / No
La información anterior permite generar un mapa mundial que muestra cuáles países han utilizado los líquenes para monitorear la calidad del aire.	Sí / No
En zonas cercanas a la mayor actividad industrial de Rosario, existen condiciones para que se origine lluvia ácida.	Sí / No

b) Explica, lo más detalladamente posible, la/s respuesta/s positiva/s que hayas elegido.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

LLUVIA ÁCIDA: puntuación de la pregunta 6

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Las tres correctas: No, No, Sí, en este orden.

b) Explicación: las mayores concentraciones de los gases que originan la lluvia ácida, estudiados en los líquenes, se detectan en zonas cercanas a la mayor actividad industrial de Rosario.

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica la afirmación correcta, sin explicación.

Un ítem incorrecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilizar pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Sistemas físicos. (Conocimiento de la ciencia).
Explicaciones científicas (Conocimiento acerca de la ciencia).

Área de aplicación: Medio ambiente.

Marco o Contexto: Personal

Comentario:

Para la competencia “utilizar pruebas científicas”, esta pregunta pide que el alumno utilice la información proporcionada en el texto y en la tabla para llegar a una conclusión acerca de la calidad del aire monitoreada a través de los líquenes y acidificación de la lluvia.

Por medio de esta pregunta se pueden evaluar las habilidades de los alumnos a la hora de interpretar datos expresados de forma visual, así como su capacidad para extraer las conclusiones pertinentes. Para responderla no es necesario recurrir a ninguna información exterior a la que se suministra en el estímulo.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 1

A continuación podrás leer una actividad adaptada de Crujeiras Pérez y Jiménez Aleixandre (2012)

Las caries son un problema habitual entre los adolescentes. Se producen debido al medio ácido que las bacterias crean en la boca después de comer ciertos alimentos que contienen azúcares. Esa acidez provoca la disolución de ciertos compuestos de los dientes, por ejemplo el carbonato de calcio, debilitándolos. Para evitarlo, los dentistas recomiendan lavar los dientes con pastas ricas en fluoruro de sodio (NaF), que retarda la reacción de disolución de los carbonatos, es decir la aparición de caries.



Se realizó una campaña de prevención de caries en los colegios en la cual se regalaban tubos de pasta de dientes (**A** y **B**). Pasado un tiempo se encontró que algunos de estos estudiantes, a pesar de utilizar una de las pastas, tenían más caries que el resto. Para evitar que aparezcan más casos es necesario averiguar cuál de las pastas de dientes es la que no funciona bien y así retirarla del mercado.

Imagen obtenida de: <http://argentina.pmfarma.com/noticias/6797-desarrollan-una-pasta-de-dientes-a-base-de-algas-que-protege-contras-las-caries-.html> (17-09-12)

Si se dispone de trozos de conchas de almejas (ricas en carbonato de calcio) que simulan los dientes, ácido clorhídrico para simular el ambiente que se crea en la boca después de las comidas y dos tubos (**A** y **B**) de pasta de dientes, ¿consideras que el efecto de las pastas de dientes se puede investigar científicamente? En caso afirmativo, diseña un experimento científico sencillo que permita comprobar qué pasta es la más efectiva.

La respuesta debe indicar: cuál es el problema objeto de investigación, qué hipótesis se pretenden contrastar, qué variables intervienen, cuáles son la independiente y la dependiente, la descripción del experimento y las conclusiones a las que se llegue.

.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES: puntuación de la pregunta 1

Máxima puntuación: 2 puntos

La respuesta debe contener una descripción del método utilizado en el que se identifiquen: el problema objeto de investigación, las hipótesis que se

pretenden contrastar, las variables que intervienen (pasta de dientes/dientes) y los efectos o reacciones que se producen (relación entre variables).

El diseño experimental es netamente explicativo, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente (dientes) fueron causados por la variable independiente (pasta de dientes).

En definitiva el alumnado deberá reconocer los rasgos clave de la investigación científica.

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye una descripción de las condiciones del experimento o establece variables, o una relación causa-efecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se pretende que el alumno elabore un diseño experimental netamente cualitativo, por cuanto la respuesta debe contener la descripción del método utilizado que permita demostrar que los cambios en la variable dependiente (dientes) son causados por la variable independiente (pasta de dientes). Es decir, se pretende que establezca con precisión una relación causa-efecto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 2

a) ¿Cuál/es de la/s siguiente/s pregunta/s puede/n ser respondida/s mediante pruebas científicas? Rodea «Sí» o «No» con un círculo para cada una de las preguntas.

¿Alguna de estas preguntas puede/n ser respondida/s mediante pruebas científicas?	Respuesta
La reacción entre los carbonatos y el ácido es una reacción química, ¿se lleva a cabo con desprendimiento de gas (dióxido de carbono)?	Sí / No
Cuanto más efectiva sea la pasta de dientes, más placer produce en el consumidor.	Sí / No
¿Será necesario decidir la masa de muestra de concha, la masa de pasta A y B y la concentración de ácido que se ha de utilizar, teniendo en cuenta que un diente pesa aproximadamente 0,5 gramos, para que se pueda comparar el efecto de las pastas?	Sí / No
¿Se debe medir la producción de gas, para concluir cuál pasta es la más sabrosa?	Sí / No

b) Justifica tu elección positiva «Sí», haciendo una descripción detallada de la prueba científica que realizarías para comprobarlo.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 2

Puntuación máxima: 2 puntos

- a) *Sí, No, Sí, No; en este orden, identificando las características de una investigación.*
- b) *La primera afirmación se puede comprobar observando burbujas cuando se expone distintas la muestra que contenga carbonato de calcio (Ej.: conchas, mármol) a la acción del ácido clorhídrico.*

*La segunda afirmación se podría verificar pesando dos muestras de 0,5 gramos de conchas tratadas con igual masa de pasta, una con la pasta **A** y la otra con la pasta **B**. Luego, a ambos preparados se los haría reaccionar con el mismo volumen de ácido clorhídrico de igual concentración. De esta manera la única variable que se mediría es el efecto de las diferentes pastas.*

Puntuación parcial: 1 punto

La respuesta incluye al menos una afirmación correcta con explicación.

Sin puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Identificar cuestiones científicas.

Categoría de conocimiento: Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Personal.

Comentario:

Este ejercicio requiere que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que pueden ser respondidas mediante pruebas científicas, de las que no pueden serlo. En lo sustancial, comporta la aplicación de un conocimiento sobre la metodología científica y, por lo tanto, se encuadra en la categoría de conocimiento, «Investigación científica». Se trata de un contexto relevante para la vida cotidiana, pues es importante que los ciudadanos tengan ciertas nociones sobre los factores que influyen en la prevención de caries. La categoría de conocimiento es, por tanto también, «Sistemas vivos».

Desde el punto de vista de las Capacidades, su clasificación es claramente «Identificar cuestiones científicas».

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 3

La fluorosis dental es un defecto en la formación del esmalte, por altas concentraciones de fluoruro a lo largo de los periodos de desarrollo del diente. Produce hipomineralización del esmalte por aumento de la porosidad, exponiendo al diente a la caries.

Entre los factores que contribuyen a la fluorosis y la caries, algunos informes mencionan el consumo de colutorios dentales y/o de pasta dental fluorada en exceso.

El gráfico que figura a continuación muestra la relación de fluorosis y caries.

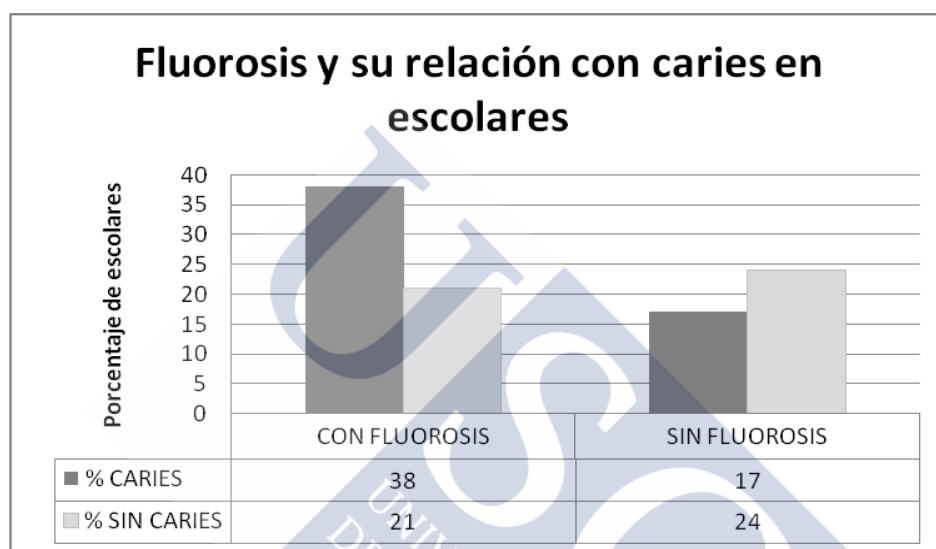


Gráfico obtenido y modificado de:

http://edumed.imss.gob.mx/edumed/rev_med/pdf/gra_art/A11.pdf

(17-00-12)

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones de dicha gráfica?

Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones del texto?	Respuesta
La fuente principal de la fluorosis, entre otras, son las campañas indiscriminadas de aplicación de fluoruro a escolares.	Sí / No
Se deben promover cambios de hábitos, principalmente en uso de pastas dentales y consumo de alimentos que contengan concentraciones de fluoruro mayores.	Sí / No
La caries se presentó con más frecuencia en niños con fluorosis.	Sí / No

b) Explica, lo más detalladamente posible, las razones por las cuales hayas elegido la/s respuesta/s positiva/s.

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES: puntuación de la pregunta 3

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Las tres correctas: No, No, Sí, en este orden.

b) Explicación:

La caries se presentó con más frecuencia en niños con fluorosis. La prevalencia de la fluorosis está influida por la aplicación de complementos de fluoruros excesivos (aplicaciones tópicas, la ingesta de dentífricos adicionados con fluoruro.

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica la afirmación correcta, sin explicación.

Un ítem incorrecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social.

Comentario:

La categoría de conocimiento es «Utilizar pruebas científicas». En esta ocasión, los datos (pruebas) se suministran en forma de gráfico. Para interpretar correctamente el gráfico hay que comprender de forma clara cuáles son las variables representadas en el mismo.

La tercera afirmación es la única correcta. La primera contiene una afirmación probablemente verdadera, sin embargo no se sustenta en la información proporcionada y la segunda afirmación no es correcta. La pregunta permite medir la familiaridad del alumno con la interpretación de una gráfica y la capacidad de distinguir entre afirmaciones probables, demostradas o incorrectas. Para contestar la pregunta no es necesario recurrir a ninguna información exterior a la que se suministra en el estímulo.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 4

A continuación podrás leer una adaptación de una comunicación publicada en el Tercer Congreso Pampeano del Agua del año 2010.

Importancia del aporte de fluoruro en el agua potable (comunicación)

Cristina Guibaldo.

Estudiante de Licenciatura en Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNLPam

Resumen

El fluoruro es un elemento esencial en la dieta del ser humano, siendo su principal fuente el agua de bebida. Ésta debe aportar fluoruro en una concentración apropiada para evitar las alteraciones debidas al exceso y al déficit. El fluoruro es constitutivo de dientes y huesos, además es agente preventivo de caries dental. Su exceso produce fluorosis dental y fluorosis esquelética.

En los últimos años, en países desarrollados, ha tomado suma importancia la fluoración de agua como método natural de prevención de caries dental. La concentración óptima de fluoruro recomendada para tal objetivo varía alrededor de 1 ppm según el autor.

En la actualidad se debe considerar el aporte de fluoruro por parte de los dentífricos, los enjuagues bucales y los medicamentos. Sin embargo, el fluoruro contenido en el agua bebida se absorbe prácticamente todo, mientras que el ingerido con el resto de los alimentos y enjuagues se asimila en proporción significativamente menor.

En países donde se controla el contenido de fluoruro en agua y se analizan sus beneficios, se recomienda que el agua que contiene más de 1,5 ppm sea sometida a un tratamiento desfluorante; por el contrario, si aporta poco o nada de fluoruro, se aconseja que se practique la fluoración.

Como regla general, se sabe que las aguas son duras, cuando contienen concentraciones notables de iones calcio y magnesio. Estos iones influyen negativamente en la absorción del fluoruro, disminuyendo sus efectos fisiológicos. Este factor debe considerarse en La Pampa, ya que las aguas son comúnmente muy duras.

Tercer Congreso Pampeano del Agua / compilado por María Gabriela Dalmaso ; Carlos Mario Camiletti ; Raúl Hernández. - 1a ed. - Santa Rosa : Base1, 2010.

ISBN 978-987-22893-9-3

Obtenido de:

http://www.lapampa.gov.ar/images/stories/Archivos/RecursosHidricos/Libro_III_Congreso_del_Agua.pdf#page=33 (17-09-12)

¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones del texto que se presentó anteriormente?

Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada una de las conclusiones.

<i>¿Pueden extraerse las siguientes conclusiones del texto?</i>	<i>Respuesta</i>
<i>Si el agua de bebida es apta para consumo humano, no es necesario aplicar una política de fluoración o defluoración de la misma.</i>	<i>Sí / No</i>
<i>Lavar los dientes con dentífricos fluorados, compensa el déficit de fluoruro en el agua que se consume.</i>	<i>Sí / No</i>
<i>Cuando el agua de consumo humano posee un contenido de 0,3 ppm de fluoruro, es necesario proceder a su fluoración.</i>	<i>Sí / No</i>

b) Explica, lo más detalladamente posible, las razones por las cuales hayas elegido la/s respuesta/s positiva/s.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES: puntuación de la pregunta 4

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Las tres correctas: No, No, Sí, en este orden.

b) Explicación: La concentración óptima de fluoruro en el agua recomendada como método natural de prevención de caries dental varía alrededor de 1 ppm.

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica la afirmación correcta, sin explicación.

Un ítem incorrecto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja.

Capacidad: Utilización de pruebas científicas.

Categoría de conocimiento: Explicación científica (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco: Social.

Comentario:

Para la competencia “Utilizar pruebas científicas”, esta pregunta pide que el alumno utilice la información proporcionada en el texto. En esta ocasión, los datos (pruebas) se suministran en forma de un resumen escrito adaptado de una comunicación a congreso.

La tercera afirmación es la única correcta. La primera y segunda afirmaciones son verosímiles, sin embargo, no se sustenta en la información proporcionada. La pregunta permite medir la familiaridad del alumno con la redacción de un resumen y la capacidad de distinguir entre afirmaciones probables y afirmaciones demostradas. Para contestar la pregunta no es necesario recurrir a ninguna información exterior a la que se suministra en el estímulo.



A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 5

Utilizando tus conocimientos de química te proponemos que:

a) Expliques por qué las aguas duras, influyen negativamente en la absorción del fluoruro, disminuyendo sus efectos fisiológicos. Indica las reacciones que tienen lugar, utilizando las fórmulas simbólicas de los correspondientes reactivos y productos implicados.

.....
.....

b) Representes la molécula formada, si se acidifica una disolución acuosa de iones fluoruro:

b₁) En forma simbólica y su fórmula desarrollada.

b₂) Utilizando el modelo atómico molecular representa la molécula que se forma (dibujo con esferas - representación microscópica). Te damos una guía: el átomo de hidrógeno con una esfera blanca y el del flúor con una esfera verde.

c) Justifica el carácter ácido en agua de la molécula formada en el apartado b), en función de los átomos y enlaces intervinientes.

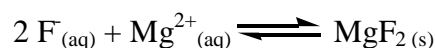
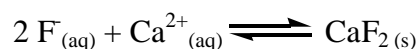
.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

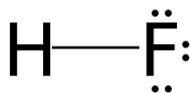
CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 5

Máxima puntuación: 2 puntos

a) *Los iones fluoruro reaccionan con los iones calcio y magnesio para dar compuestos insolubles como muestran las siguientes reacciones.*



b) b₁) $\text{HF}_{(\text{aq})}$



b₂)



b₁) y b₂) Imágenes obtenidas de:

http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_fluorh%C3%ADrico (15-10-12)

c) *El enlace en HF se denomina enlace covalente polar, o simplemente enlace polar porque los electrones pasan más tiempo en la vecindad del átomo más electronegativo. Alrededor del átomo de flúor hay una densidad electrónica mayor, y en forma correspondiente, una menor densidad electrónica cerca del hidrógeno. Esta distribución asimétrica de la carga negativa hace que el hidrógeno sea ligeramente electropositivo cuando está unido a un elemento electronegativo. Al decrecer la densidad electrónica em torno al átomo de hidrógeno, este puede ser disociado más fácilmente em forma de próton.*

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

Se solicita la explicación e interpretación utilizando el lenguaje simbólico (nomenclatura química) correspondiente a los conocimientos químicos. La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto.

A. Información y pregunta para el alumno (introducción del tema y su planteamiento)

CARIES DENTAL: Pregunta 6

El componente inorgánico del esmalte que cubre los dientes se llama hidroxiapatito que es un hidroxifosfato de calcio.

Los ácidos generados como productos del metabolismo de los carbohidratos por la placa bacteriana producen un descenso del pH. A un pH por debajo de 5,5 el hidroxiapatito reacciona, se disuelve y empiezan a aparecer caries.

La siguiente ecuación química simboliza la reacción antes mencionada:



a) Justifica la conducta básica del hidroxiapatito.

.....
.....

Las mejores estrategias para prevenir la caries son la disminución del consumo de azúcares, el cepillado, el uso de hilo dental, la limpieza profesional para eliminar la placa y el uso de fluoruro. Los iones fluoruro de ciertas pastas dentífricas sustituyen en parte a los iones hidroxilos del hidroxiapatito produciendo un compuesto muy resistente a los ácidos: el fluorapatito $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}_{(s)}$.



b) Utilizando tu conocimiento químico explica detalladamente la reacción anterior.

.....
.....

B. Criterios de corrección y características de las preguntas

CARIES DENTAL: puntuación de la pregunta 6

Máxima puntuación: 2 puntos

a) Los grupos hidroxilo y fosfatos tienen afinidad por el hidronio, formando agua e hidrógeno fosfato, respectivamente. La característica de este compuesto como básico se debe a la estabilidad de las bases conjugadas.

b) El ión fluoruro sustituye al hidroxilo, formando un compuesto más resistente o estable frente al “ataque” de los ácidos.

Puntuación parcial: 1 punto

Solamente se indica un ítem correcto.

Ninguna puntuación

Otras respuestas.

Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: Respuesta construida cerrada.

Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Explicaciones científicas. (Conocimiento acerca de la ciencia). Sistemas vivos. (Conocimiento de la ciencia).

Área de aplicación: Salud.

Marco o Contexto: Personal.

Comentario:

La respuesta a esta pregunta exige que el alumno tenga el conocimiento químico necesario y lo utilice para explicar el fenómeno químico propuesto. Se solicita, además, la aplicación del lenguaje simbólico (nomenclatura química).





ANEXO 3

**DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS.
PUNTUACIONES DE LA *COMPETENCIA CIENTÍFICA*
INICIO 2010.**



Anexo 3. Datos obtenidos del análisis.
Puntuaciones de la competencia científica Inicio 2010.

Referencias:

Al. = alumno; Ll. A. = lluvia ácida; Subt. = subtotal.

(-) = No responde

Grupo: Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA										Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES							Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7		
B7	0	1	0	0	2	2	1	0	0	0	6	2	0	2	2	0	1	0	7	13
B10	2	1	2	0	2	2	2	2	0	1	14	2	2	2	2	1	0	0	9	23
B13	2	1	2	2	2	2	1	0	0	0	12	2	2	2	2	0	1	0	9	21
B14	2	1	2	0	2	2	2	2	1	0	14	2	2	2	2	0	1	0	9	23
B15	2	2	2	2	2	1	1	2	0	2	16	2	1	0	2	2	1	1	9	25
B16	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	6	2	1	2	0	0	0	0	5	11
B19	2	1	1	2	2	0	0	0	0	2	10	2	0	0	2	2	1	1	8	18
B22	2	0	1	0	2	2	1	0	0	0	8	2	0	0	0	0	1	0	3	11
B32	2	0	1	0	2	2	0	2	0	0	9	2	2	2	0	0	0	0	6	15
B34	1	0	0	0	2	2	0	1	0	0	6	2	1	2	0	0	1	0	6	12
B35	2	1	1	0	2	1	0	1	0	0	8	2	0	2	2	1	2	2	11	19
B36	2	0	0	0	2	1	1	0	0	2	8	2	2	2	0	0	1	0	7	15
B38	2	1	1	0	2	0	1	2	0	0	9	1	2	2	2	0	0	0	7	16
B43	2	0	1	0	1	0	2	2	0	1	9	1	0	0	0	0	0	0	1	10
B44	2	0	0	2	2	2	1	2	0	1	12	2	1	2	1	1	0	0	7	19

Grupo: Biotecnología (L) n = 9

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA										Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES							Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7		
L3	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	14	2	0	2	2	0	1	0	7	21
L6	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	5	2	1	0	2	0	0	0	5	10
L11	1	1	0	0	2	1	1	0	0	0	6	1	1	0	2	0	1	0	5	11
L16	2	0	0	0	2	1	1	2	0	0	8	2	2	2	2	0	0	0	8	16
L18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	4	5
L19	2	0	0	0	2	0	2	2	1	2	11	2	1	2	0	0	0	0	5	16
L20	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	5	2	2	0	2	0	1	0	7	12
L28	1	0	0	2	2	2	0	1	0	0	8	2	1	0	2	0	0	0	5	13
L31	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	7	2	1	2	0	0	1	0	6	13

ANEXO 4

**DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS.
PUNTUACIONES DE LA *COMPETENCIA CIENTÍFICA*
FIN 2010.**



Anexo 4. Datos obtenidos del análisis.
Puntuaciones de la competencia científica Fin 2010.

Referencias:

Al. = alumno; Ll. A. = lluvia ácida; Subt. = subtotal.

(-) = No responde

Grupo: Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA								Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES							Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7		
B7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	3	4
B10	1	2	2	1	1	0	2	0	9	2	1	2	1	2	2	2	12	21
B13	2	1	2	0	1	0	2	1	9	1	1	0	0	2	1	0	5	14
B14	0	2	2	0	1	0	0	1	6	2	1	0	1	2	1	0	7	13
B15	2	1	2	1	1	2	0	1	10	0	1	0	1	2	1	1	6	16
B16	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2
B19	0	0	1	1	1	0	2	1	6	2	1	0	0	2	2	1	8	14
B22	0	1	0	1	1	0	0	2	5	0	1	0	0	2	1	0	4	9
B32	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	2	1	1	8	11
B34	1	0	0	1	1	0	0	0	3	0	1	2	1	2	1	1	8	11
B35	0	1	1	1	1	0	2	1	7	0	1	0	1	2	2	1	7	14
B36	1	1	2	0	0	0	0	1	5	2	2	0	0	2	1	0	7	12
B38	0	1	1	1	1	0	0	1	5	0	2	0	1	0	1	1	5	10
B43	2	1	2	2	0	0	2	1	10	1	1	0	2	2	2	0	8	18
B44	1	1	2	0	0	2	0	0	6	1	1	0	1	2	1	1	7	13

Grupo: Biotecnología (L) n = 9

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA								Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES							Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7		
L3	2	1	1	2	1	0	2	1	10	0	1	2	1	2	2	1	9	19
L6	2	1	2	0	1	0	2	0	8	0	1	2	0	2	2	1	8	16
L11	2	2	0	1	1	0	0	0	6	0	2	2	1	2	2	0	9	15
L16	2	1	2	1	1	0	0	0	7	1	1	0	1	2	2	0	7	14
L18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	5	5
L19	2	2	2	2	1	2	2	1	14	2	2	2	2	2	1	0	11	25
L20	0	1	1	0	1	0	2	1	6	0	1	0	1	2	2	0	6	12
L28	0	1	2	1	1	0	0	1	6	0	1	0	0	0	2	1	4	10
L31	0	1	2	0	0	2	0	0	5	0	1	0	0	2	2	0	5	10

ANEXO 5

**DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS.
PUNTUACIONES DE LA *COMPETENCIA CIENTÍFICA*
FIN 2011.**



Anexo 5. Datos obtenidos del análisis.
Puntuaciones de la competencia científica Fin 2011.

Referencias:

Al. = alumno; Ll. A. = lluvia ácida; Subt. = subtotal.

(-) = No responde

Grupo: Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA								Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES						Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6		
B7	0	2	1	1	2	2	2	0	10	2	1	2	1	0	0	6	16
B10	2	1	2	2	2	2	2	1	14	1	1	2	1	0	2	7	21
B13	1	2	2	0	2	1	1	1	10	2	1	1	1	0	0	5	15
B14	0	0	2	0	2	1	1	1	7	0	2	1	1	0	0	4	11
B15	1	2	2	2	2	1	2	2	14	2	2	2	1	2	1	10	24
B16	1	2	0	1	2	1	2	0	9	2	1	2	1	0	1	7	16
B19	1	2	2	1	2	1	0	2	11	2	2	0	1	0	0	5	16
B22	1	2	2	1	2	1	2	2	13	2	2	2	0	0	1	7	20
B32	1	2	2	2	2	1	2	2	14	2	2	1	2	0	1	8	22
B34	1	2	0	2	2	1	1	2	11	2	2	1	1	0	1	7	18
B35	1	0	1	2	2	2	2	2	12	0	1	1	2	0	1	5	17
B36	1	2	2	2	2	1	1	2	13	2	1	1	1	0	2	7	20
B38	1	2	1	0	2	1	1	1	9	2	1	1	1	0	1	6	15
B43	1	2	1	2	2	1	1	2	12	2	2	1	1	1	2	9	21
B44	1	2	2	1	1	2	2	1	12	2	2	2	1	0	1	8	20

Grupo: Biotecnología (L) n = 9

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA								Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES						Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6		
L3	0	2	2	1	1	1	1	2	10	2	1	2	1	0	2	8	18
L6	1	2	2	2	2	1	2	2	14	2	1	1	2	0	2	8	22
L11	1	2	2	1	2	1	2	2	13	2	1	2	0	0	2	7	20
L16	1	0	2	0	2	1	0	2	8	0	2	1	1	0	2	6	14
L18	1	0	2	0	2	1	1	2	9	0	1	1	0	0	0	2	11
L19	1	2	2	2	2	1	2	2	14	2	0	2	2	0	2	8	22
L20	1	2	2	1	1	1	1	2	11	2	2	2	1	0	0	7	18
L28	1	2	2	2	2	1	2	2	14	2	1	1	1	2	2	9	23
L31	0	0	2	1	2	2	1	2	10	0	1	2	2	0	0	5	15

ANEXO 6

DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS. PUNTUACIONES DE LA *COMPETENCIA CIENTÍFICA* FIN 2012.



Anexo 6. Datos obtenidos del análisis.
Puntuaciones de la competencia científica Fin 2012.

Referencias:

Al. = alumno; Ll. A. = lluvia ácida; Subt. = subtotal.

(-) = No responde

Grupo: Bioquímica (B) n = 15

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA						Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES						Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
B7	2	1	1	1	0	1	6	1	1	2	2	1	0	7	13
B10	2	2	2	1	2	2	11	2	1	2	2	1	2	10	21
B13	2	1	1	1	0	1	6	1	1	2	2	1	0	7	13
B14	1	2	2	0	2	2	9	2	1	2	2	1	2	10	19
B15	1	2	2	1	2	2	10	2	2	2	2	2	2	12	22
B16	1	2	1	0	1	2	7	2	1	1	2	1	1	8	15
B19	1	0	2	1	0	2	6	2	2	1	1	0	0	6	12
B22	1	2	2	1	2	2	10	2	2	2	2	2	2	12	22
B32	1	2	2	1	2	2	10	2	2	2	2	2	2	12	22
B34	2	2	2	1	2	2	11	1	2	1	0	1	2	7	18
B35	2	2	2	1	2	2	11	1	2	1	0	1	2	7	18
B36	2	2	2	1	2	2	11	1	2	1	0	1	2	7	18
B38	2	1	1	1	0	1	6	1	1	2	2	1	0	7	13
B43	1	2	2	1	2	2	10	2	2	2	2	2	2	12	22
B44	2	2	1	1	2	1	9	2	1	2	2	1	2	10	19

Grupo: Biotecnología (L) n = 9

Al.	Ítems de LLUVIA ÁCIDA						Subt. Ll. A.	Ítems de CARIES						Subt. Caries	TOTAL
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
L3	2	2	2	0	2	1	9	2	1	1	2	2	2	10	19
L6	2	2	2	0	2	1	9	2	1	1	2	2	2	10	19
L11	2	2	1	0	0	2	7	2	2	1	1	1	0	7	14
L16	2	2	1	0	0	2	7	2	2	1	1	1	0	7	14
L18	1	2	1	1	0	1	6	2	2	2	2	1	0	9	15
L19	2	2	2	1	2	2	11	2	1	2	2	2	2	11	22
L20	2	2	1	0	2	1	8	2	2	1	1	1	2	9	17
L28	2	2	2	1	1	1	9	1	1	1	2	1	1	7	16
L31	2	2	1	2	0	2	9	0	2	2	1	1	0	6	15

ANEXO 7

**DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS.
CARACTERÍSTICAS DE CONTEXTO.**



Anexo 7. Datos obtenidos del análisis. Características de contexto.

Referencias:

Al. = alumno; Ed. = edad; G. = Género (F = Femenino, M = Masculino).

Escuela:

- M. = modalidad. (CN) Ciencias Naturales, (CS) Ciencias Sociales, (EG) Economía y Gestión, (PBS) Producción de bienes y servicios, y (CAD) Comunicación, Arte y Diseño.
- G. = gestión. (PU = pública, PR = privada).

Padres:

- E. = estudio (P = primario, S = secundario, T = terciario, U = universitario).
- O. = ocupación.
- (-) = No contesta.

Grupo Bioquímica (B) n = 15

Al.	Edad	G.	Lugar de procedencia	Escuela		Madre		Padre	
				M.	G.	E.	O.	E.	O.
B7	18	F	Santa Fe	CN	PR	U	Bioquímica	U	Gerente
B10	18	F	Malabrigo	CN	PR	P	Ama de Casa	P	Agricultor
B13	18	F	Lucas González	CN	PR	T	Ama de Casa	T	Comerciante
B14	20	F	Coronda	CN	PU	T	Empleada	T	Empleado
B15	19	F	Esperanza	CN	PU	T	Docente	S	Empleado
B16	18	F	Col. Belgrano	EG	PU	S	Ama de Casa	S	Comerciante
B19	19	F	Esperanza	CN	PU	T	Docente	-	-
B22	18	F	Avellaneda	CN	PR	S	Empleada	P	Albañil
B32	17	F	Paraná	CS	PR	U	Docente	U	Docente
B34	18	F	Crespo	EG	PR	U	Enfermera	P	Desocupado
B35	17	F	Malabrigo	CN	PR	T	Docente	T	Docente
B36	17	F	Villa Clara	EG	PU	U	Veterinaria	U	Veterinario
B38	18	F	Esperanza	CN	PU	T	Docente	S	Empleado
B43	19	F	Esperanza	PBS	PU	S	Ama Casa	T	Comerciante
B44	18	F	Esperanza	PBS	PU	P	Independiente	P	Independiente

Grupo Biotecnología (L) n = 9

Al.	Edad	G.	Lugar de procedencia	Escuela		Madre		Padre	
				M.	G.	E.	O.	E.	O.
L3	19	F	Santa Fe	PBS	PU	S	Comerciante	S	Empleado
L6	18	F	Sta. Clara Bvs.	EG	PU	S	Ama de Casa	S	Comerciante
L11	18	F	Santa Fe	CN	PR	U	Contador	P	Empleado
L16	18	F	Villa Trinidad	EG	PU	T	Docente	S	Comerciante
L18	18	F	Cavadonga	CS	PR	U	Técnico	U	Ingeniero
L19	17	M	San Cristóbal	PBS	PU	U	Docente	U	Docente
L20	18	F	Rafaela	EG	PR	U	Empleada	U	Empleado
L28	18	F	Suardi	CN	PR	S	Comerciante	T	Comerciante
L31	18	F	Villa María	PBS	PR	S	Comerciante	S	Comerciante

ANEXO 8

FIABILIDAD DE LOS CUESTIONARIOS. ALFA DE CRONBACH.



FIABILIDAD RTCC INICIO 2010

Scale: ALL VARIABLES RTCC Inicio 2010

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	24	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	24	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,671	17

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ITEM1LLA	13,96	22,042	,263	,658
ITEM2LLA	14,83	21,449	,541	,630
ITEM3LLA	14,62	20,418	,556	,619
ITEM4LLA	14,83	21,188	,342	,647
ITEM5LLA	13,46	22,694	,435	,647
ITEM6LLA	14,00	23,739	,044	,687
ITEM7LLA	14,46	22,346	,265	,657
ITEM8LLA	14,29	20,911	,336	,648
ITEM9LLA	15,21	23,650	,301	,660
ITEM10LLA	14,83	22,145	,272	,656
ITEM1C	13,54	22,433	,428	,645
ITEM2C	14,25	23,761	,052	,684
ITEM3C	14,08	21,732	,222	,667
ITEM4C	14,04	22,563	,141	,678
ITEM5C	15,04	21,694	,459	,637
ITEM6C	14,71	24,389	,006	,682
ITEM7C	15,17	23,275	,268	,659

FIABILIDAD RTCC FIN 2010

Scale: ALL VARIABLES RTCC Fin 2010

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	24	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	24	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,756	15

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ITEM1LLA	12,00	21,043	,569	,718
ITEM2LLA	11,83	23,536	,486	,733
ITEM3LLA	11,54	22,433	,430	,735
ITEM4LLA	12,17	22,580	,539	,726
ITEM5LLA	12,17	24,493	,407	,742
ITEM6LLA	12,50	25,043	,137	,764
ITEM7LLA	12,08	21,123	,502	,726
ITEM8LLA	12,21	26,433	-,017	,770
ITEM1C	12,21	23,824	,269	,752
ITEM2C	11,71	24,998	,327	,747
ITEM3C	12,25	22,630	,359	,744
ITEM4C	12,13	23,418	,473	,733
ITEM5C	11,17	22,841	,446	,734
ITEM6C	11,38	25,027	,271	,750
ITEM7C	12,33	25,101	,206	,755

FIABILIDAD RTCC FIN 2011

Scale: ALL VARIABLES RTCC Fin 2011

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	24	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	24	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,504	14

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ITEM1LLA	17,25	11,781	,304	,569
ITEM2LLA	16,58	9,908	,438	,527
ITEM3LLA	16,46	12,607	-,026	,621
ITEM4LLA	16,92	8,862	,739	,451
ITEM5LLA	16,25	13,152	-,151	,617
ITEM6LLA	16,92	13,210	-,161	,623
ITEM7LLA	16,71	10,563	,448	,534
ITEM8LLA	16,50	11,826	,147	,592
ITEM1C	16,58	9,908	,438	,527
ITEM2C	16,75	13,328	-,181	,640
ITEM3C	16,71	12,129	,105	,597
ITEM4C	17,04	12,303	,062	,604
ITEM5C	17,92	11,123	,364	,554
ITEM6C	17,04	9,868	,449	,524

FIABILIDAD RTCC FIN 2012

Scale: ALL VARIABLES RTCC Fin 2012

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	24	100,0
	Excluded ^a	0	,0
	Total	24	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,636	12

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ITEM1LLA	15,75	12,370	-,385	,702
ITEM2LLA	15,62	9,462	,503	,583
ITEM3LLA	15,83	9,275	,576	,572
ITEM4LLA	16,67	11,362	-,097	,672
ITEM5LLA	16,17	6,580	,790	,462
ITEM6LLA	15,79	10,433	,194	,630
ITEM1C	15,79	10,085	,241	,623
ITEM2C	15,87	11,332	-,086	,668
ITEM3C	15,87	10,549	,148	,636
ITEM4C	15,87	10,810	-,007	,674
ITEM5C	16,17	8,841	,688	,550
ITEM6C	16,17	6,580	,790	,462